
秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ

(課題番号 14310095)

平成14～16年度科学研究費補助金 基盤研究 (B) (1)
研究成果報告書

2005年3月

研究代表者 大浦宏邦

はしがき

この報告書は平成14年度～平成16年度に科学研究費補助金の交付を受けて実施されたプロジェクト『秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ』の研究成果をまとめたものである。

進化ゲーム理論は動学化されたゲーム理論で1970年代から開発が進められてきた。ナッシュ均衡を中心概念とする従来のゲーム理論よりもミクロマクロ推論の性能が向上し、プレイヤーの合理性についても完全合理性に近い場合から非常に限定された場合のモデルに至るまで、多様なモデルの開発が進められている。当初は生物学における長期的なダイナミクスを扱う遺伝ダイナミクスモデルが主体であったが、90年代以降中短期的なダイナミクスを扱う学習ダイナミクスやエージェントベースドモデルの開発が進み、適用範囲が大きく広がった。

一方、秩序問題は社会学の原問題の一つであり、長い探求の歴史を持つにもかかわらず、社会秩序はいかにして可能か、といった基本的な部分については十分に明らかになっているとは言えない状況にあった。今回、我々は進化ゲーム理論という新しいツールに、実験室実験、社会調査などの実証研究の手法を組み合わせることでこの問題にアプローチすることを試みた。具体的には、秩序問題の中核にある社会的ジレンマを回避する上で有望と思われる〈選択的相互作用〉という考え方が、多人数のジレンマ状況でどの程度有効であるのかという問題を理論的、実証的に検討することを試みた。

この研究プロジェクトは「進化ゲーム理論研究会」という、数理社会学や関連分野の若手研究者の研究会を母体として企画されたものである。進化ゲーム理論研究会では月に2、3回程度会合を開いて数理モデルの検討や論文の紹介などを行ってきたが、その中で社会的ジレンマを回避する上で選択的相互作用という考え方が有力であるということが次第に明らかになってきた。この考え方を理論的に精緻化し、実証的に検討することを目的として本研究プロジェクトは企画された。

実証研究としては、コンピュータネットワークを用いた実験的研究や社会調査を行うことが予定されたため、コンピュータや社会心理学的な実験、社会調査に詳しい研究者にも参加を求めることにした。2001年9月に群馬大学で行なわれた第32回数理社会学学会大会の機会に（名物の釜飯を頂きながら）全体の話し合いを行い、学際的な研究プロジェクトが発足することになった。

プロジェクトが始まってからは、研究組織として理論班、実験班、調査班、方法班を設け、メーリングリストで情報交換を行った。一方、年に2回合宿を行い、成果の発表と今後の予定について相談を行った。

平成14年度は理論研究を進めると同時に予備実験を行い、平成15年度に本実験を行った。理論的には選択的相互作用の一種である集団間の選択的移動によって、ジレンマにおける協力行動が利得のレベルでも得になる場合があることが示された。実験からも、協力的なプレ

一ヤーによる選択的移動が見られることが明らかになった。

そこで、平成 15 年度後半にはさらに社会調査を行い、現実の社会で選択的移動が見られるかどうかを検討することを試みた。集団間移動の例として転職という現象を取り上げ、インターネット調査を用いて転職が選択的移動の効果を持つかどうかを検討した。その結果、調査対象者の協力傾向と転職傾向には正の相関が認められたが、これらの中に因果関係があるかどうかを検出するには至らなかった。また、平成 16 年度には組織調査を行い、職場の状況はジレンマゲームであるよりもチキンゲームであることを示唆する結果も得られた。

このように、理論的な研究の結果が社会調査によって直接支持される結果とはならなかったが、このことはむしろ理論的な研究を一層深めるための手がかりが得られたものと我々は考えている。理論と実証のコラボレーションのテストケースとなったのではないであろうか。また、これらの研究と平行して現実の社会状況をゲーム理論的に分析していく上での方法論上の研究や、社会的ジレンマに関わる様々な関連研究が行なわれ、当初の計画よりも幅広くかつ奥深い結果を得ることができた。これらの結果が本報告書に収められている。

なお、実験の一次データおよび転職調査の個票データは、2006 年 4 月に公開を予定している。詳しくは、本プロジェクトのウェブページ (<http://civitas.e.yamagata-u.ac.jp/evogame/kaken/default.htm>) を参照して頂きたい。このウェブページには、他に転職調査の質問紙なども掲載してある。

本プロジェクトを進めるにあたって、多くの方の協力を頂いた。実験では、青木さんにプログラムを書いて頂き、小山さんにはシステムのメンテナンスをして頂いた。実験デザイン、参加者の募集、質問紙作成、インストラクション作成、マニュアル作成、実験システムの設置・撤収、データの整形には、林、金井、辻、籠谷、藤山、針原、小林、谷口、石原、武藤、中島、神山の各氏に特に協力を頂いた。

転職調査では、谷口さんと小林さんに特に尽力頂いた。組織調査では、調査対象企業、国際経済労働研究所の八木隆一郎さん、橋爪裕子さん、応用社会心理学研究所の村中泰子さんに特別のご配慮を頂いた。本プロジェクトからは小林さんと小山さんに担当してもらった。

3 年間にわたり、プロジェクトのメイリングリストとウェブページの管理を金井さんをお願いした。合宿の手配は佐藤嘉倫さん、石原さん、籠谷さんに担当して頂いた。この報告書の編集作業は小林さんに中心になってもらい、付録作成などで籠谷さん、藤山さん、針原さん、秋吉さんにご協力頂いた。会計などの事務処理は斉藤あき子さん、小室琴美さんに、資料の収集には一橋大学の千葉大奈さんにご尽力頂いた。

また、論文を本報告書に再録することにあたって、数理社会学会機関誌『理論と方法』編集委員会、日本シミュレーション&ゲーミング学会機関誌『シミュレーション&ゲーミング』編集委員会、日本オペレーションズ・リサーチ学会機関誌『オペレーションズ・リサーチ』編集委員会、人工知能学会機関誌『人工知能学会誌』編集委員会、Springer-Verlag Tokyo、広島修道大学経済学研究編集委員会よりご快諾を頂いた。以上、記して感謝いたします。

2005 年 3 月 15 日 京都にて 研究代表 大浦宏邦

研究組織・交付決定額

(*は本書執筆者)

研究代表者

大浦宏邦 (帝京大学・経済学部・助教授)*

研究分担者

海野道郎 (東北大学・大学院文学研究科・教授)

数土直紀 (学習院大学・法学部・教授)*

金井雅之 (山形大学・教育学部・助教授)*

藤山英樹 (獨協大学・経済学部・助教授)*

林直保子 (関西大学・社会学部・助教授)

辻竜平 (明治学院大学・心理学部・専任講師)*

河野敬雄 (広島修道大学・経済科学部・教授)*

七條達弘 (大阪府立大学・経済学部・助教授)*

研究協力者

佐藤嘉倫 (東北大学・大学院文学研究科・教授)*

谷口[鬼塚]尚子 (帝京大学・文学部・専任講師)*

秋吉美都 (専修大学・文学部・専任講師)*

針原素子 (東京大学・人文社会系研究科・博士課程)*

堀内史朗 (日本学術振興会・特別研究員)*

石原英樹 (日本女子体育大学・体育学部・常勤講師)*

神山英紀 (法政大学・現代福祉学部・兼任講師)*

小林盾 (シカゴ大学・社会学部・博士候補)*

小山友介 (東京工業大学・大学院総合理工学研究科・助手)*

武藤正義 (東京工業大学・大学院社会理工学研究科・博士課程)*

中島聡子 (特定非営利活動法人 NPO サポートセンター・事務局常勤スタッフ)*

桜井芳生 (鹿児島大学・法文学部・助教授)*

籠谷和弘 (関東学院大学・法学部・助教授)

青木俊英 (フリーランス)

交付決定額 (配分額)

平成14年度 6, 200千円

平成15年度 4, 100千円

平成16年度 3, 500千円

計 13, 800千円

研究成果

1. 学会誌等

藤山英樹. 「部門間調整モデルにおける決定関数の線形性：ネットワーク分析と関連して」『獨協経済(獨協大学経済学会)』79: 29-38. 2004年10月.

藤山英樹. 「情報財の経済学」『獨協経済(獨協大学経済学会)』76: 37-52. 2003年3月.

藤山英樹. 「差別化された情報財における大企業と小企業の価格競争」『獨協経済(獨協大学経済学会)』75: 31-41. 2002年9月.

藤山英樹. 「差別化された情報財における大企業と小企業の開発競争」『獨協経済(獨協大学経済学会)』75: 43-56. 2002年9月.

Shiro Horiuchi. "A competition model within and across groups explaining the contrast between the societies of chimpanzees and bonobos." *Population Ecology* 46(1): 65-70. April 21, 2004.

金井雅之. 「協力の進化における群の分裂の必要性：選択的相互作用モデルの動学的定式化」数土直紀(編)『社会理論の実践的可能性の探求』平成13年度～平成15年度科学研究費補助金基盤研究(B)(1)研究成果報告書: 73-102. 2004年3月.

金井雅之. 「進化ゲームにおける選択的相互作用モデルの意義と課題」『理論と方法』18(2): 153-167. 2003年9月.

小林盾. 「社会規範の数理社会学に向けて」『理論と方法』17(2): 183-194. 2002年10月.

河野敬雄. 「不確実性を伴う意思決定の非合理性に対する合理的説明」『広島修道大学経済科学研究』8(2): 1-19. 2005年2月.

小山友介・大浦宏邦. 「所属集団を変更できる社会的ジレンマモデルの計算機実験」『シミュレーション&ゲーミング』13(2): 169-178. 2003年12月.

小山友介・小林盾・藤山英樹・針原素子・谷口尚子・大浦宏邦. 「社会的ジレンマ問題への学際的接近」『オペレーションズ・リサーチ』49(12): 733-740. 2004年12月.

武藤正義. 「僅かな利他性が導く協力の実現」『理論と方法』17(1): 89-104. 2002年6月.

中島聡子・中井豊・古宮誠一. 「エージェントベースシミュレーションを利用した市民活動継続要因の考察」『情報処理学会論文誌』46(1): 147-156. 2005年1月.

大浦宏邦. 「秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ」『理論と方法』18(2): 133-152. 2003年9月.

大浦宏邦. 「模倣ダイナミクスと試行錯誤ダイナミクス」『帝京社会学』17: 97-135. 2004年3月.

桜井芳生. 「メディアのダーウィニアン社会学序説」『地域政策科学研究(鹿児島大学大学院人文社会科学部地域政策科学専攻)』1: 45-69. 2004年2月.

桜井芳生. 「共分散構造分析による、「親密性前線シフト仮説」の検証」『人文学科論集(鹿児島大学法文学部)』59: 41-47. 2004年1月.

- 桜井芳生. 「「親密性前線」シフト仮説」 『現代社会理論研究』 13: 234-245. 2003 年 10 月.
- 桜井芳生. 「ハビトゥス変異とシグナリングのダーウィニアン社会学・序説」 『人文学科論集(鹿児島大学法文学部)』 58: 11-26. 2003 年 7 月.
- 佐藤嘉倫. 「社会学における進化論」. 『人工知能学会誌』 19(6): 686-693. 2004 年 11 月.
- Yoshimichi Sato. "Can Evolutionary Game Theory Evolve in Sociology?: Beyond Solving the Prisoner's Dilemma." 『理論と方法』 18(2): 185-196. 2003 年 9 月.
- 七條達弘. 「文化進化系進化ゲーム理論による社会的ジレンマ分析」. 『理論と方法』 18(2): 169-183. 2003 年 9 月.
- 谷口[鬼塚]尚子. 「集会的政治参加の心理的側面」 『帝京社会学』 17: 43-62. 2004 年 3 月.

2. 口頭発表

- Hideki Fujiyama. "Network Formation on the Coordination of Economic Activities." Games 2004: Second World Congress of the Game Theory Society, July 2004, Marseille, France.
- 藤山英樹. 「信頼ゲームと非集団モデルのダイナミクス」. 第 36 回数理社会学会大会(2003 年 9 月 21 日, 慶應義塾大学).
- 藤山英樹. 「調整モデルにおけるネットワークと統合」. 第 35 回数理社会学会大会(2003 年 3 月 16 日, 大分大学).
- 藤山英樹. 「調整モデルにおけるネットワークと統合」. エージェント合同シンポジウム (JAWS2002)(2002 年 11 月, 函館大沼プリンスホテル).
- 藤山英樹・小林盾. 「プレイヤーの行動の影響を与える要因としての全員一致の協力: 所属集団を変更できる社会的ジレンマ実験」. 第 48 回経済統計学会(2004 年 9 月 11-12 日, 熊本学園大学).
- 藤山英樹・大浦宏邦. 「プレイヤーの行動に影響を与える要因について: 所属集団を変更できる社会的ジレンマ実験(4)」. 第 37 回数理社会学会大会(2004 年 3 月 28 日, 東京都立大学).
- 藤山英樹・小林盾・大浦宏邦. 「マクロ的な現象とミクロ的な現象の関連について: 所属集団を変更できる社会的ジレンマ実験(5)」. 第 38 回数理社会学会大会(2004 年 9 月 20 日, 山形大学).
- 藤山英樹・大西広・山下裕歩. 「マルクス派最適成長論における「搾取」の消滅: 長期的視野を持つ 2 階級の長期均衡」. 2004 年度日本経済学会春季大会(2004 年 6 月 12 日, 明治学院大学).
- 針原素子・辻竜平. 「所属集団の変更可能な SD ゲームにおける協力行動の規定因: 規制の小さい状況でも発動する他者からの疎外回避動機」. 第 35 回数理社会学会大会(2003 年 3 月 15 日, 大分大学).
- 堀内史朗. 「ナワバリ制の進化: 群れ密度が及ぼす影響」. 第 38 回数理社会学会大会(2004 年 9 月 19 日, 山形大学).
- 堀内史朗. 「群れの大きさはどのように決まるか?」. 第 35 回数理社会学会大会(2003 年 3 月 16 日, 大分大学).

- 石原英樹. 「最終提案ゲームにおける適応的学習と懲罰：携帯電話を用いたゲーム実験」. 第 35 回数理社会学会大会(2003 年 3 月 15 日, 大分大学).
- Hideki Kamiyama. "Toward a Solution of the N-Person Prisoner's Dilemma and An Application to Explain the Evolution of States" The XVth ISA World Congress of Sociology(July 7-13, 2002, Brisbane, Australia).
- 神山英紀・大浦宏邦・小山友介・藤山英樹. 「ゲームにとって移動とは何かー半繰り返しゲームの生成ー」. 第 38 回数理社会学会大会(2004 年 9 月 20 日, 山形大学).
- 金井雅之. 「ダイナミズムとしての進化ゲーム」. 第 35 回数理社会学会大会(2003 年 3 月 15 日, 大分大学).
- 小林盾. 「組織活性化と労働移動：転職と働き方に関する意識調査(2)」. 第 39 回日本数理社会学会大会(2005 年 3 月 5 日, 新潟国際情報大学).
- 小林盾. 「社会規範の数理社会学に向けて」. 第 34 回日本数理社会学会大会(2002 年 9 月 15 日, 岩手県立大学).
- Jun Kobayashi and Hirokuni Oura. "Network Formation against Free-riders: An Experiment with Intergroup Mobility." XXIV International Sunbelt Social Network Conference(May 16, 2004, Portorož, Slovenia).
- 小林盾・大浦宏邦. 「協力の U 字カーブ：所属集団を変更できる社会的ジレンマ実験 (3)」. 第 37 回数理社会学会大会(2004 年 3 月 28 日, 東京都立大学).
- 小林盾・大浦宏邦・石原英樹. 「退出可能な社会的ジレンマ実験：秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ」. 第 76 回日本社会学会大会(2003 年 10 月 12 日, 中央大学).
- Jun Kobayashi, Hirokuni Oura and Hideki Ishihara. "Escape from Free Riders." The 10th International Conference on Social Dilemmas(August 21, 2003, Marstrand, Sweden).
- Jun Kobayashi, Hirokuni Oura and Hideki Ishihara. "Coevolution of Cooperation and Selective Interaction : An Experiment." XXIII International Sunbelt Social Network Conference(February 12-16, 2003, CANCÚN, Mexico).
- 小林盾・大浦宏邦・谷口尚子. 「職場におけるフリーライダーと転職：転職に関する意識調査より」. 第 77 回日本社会学会大会(2004 年 11 月 21 日, 熊本大学).
- 小林盾・大浦宏邦・谷口尚子. 「転職と職場のフリーライダー問題：転職に関する意識調査(1)」. 第 38 回数理社会学会大会(2004 年 9 月 19 日, 山形大学).
- Jun Kobayashi, Naoko Taniguchi and Hirokuni Oura. "Free-riders and Job Change: From a Survey." Joint Mini-conference of Mathematical Sociology/Rationality and Society Sections of American Sociological Association (August 18, 2004, San Francisco, USA)
- Jun Kobayashi, Hideki Fujiyama, Yuhsuke Koyama and Hirokuni Oura. "Free-riding and Intergroup Mobility: A Social Dilemma Experiment with the Exit Option." The 99th Annual Meeting of the American Sociological Association(August 16, 2004, San Francisco, USA).
- 河野敬雄. 「ムカデ・ゲーム再考ー後ろ向き帰納法の回避モデルー」. 第 36 回数理社会学会(2003 年 9 月 20 日, 慶應義塾大学).
- 小山友介. 「ビジネスゲームのシミュレーションによる再現と検討」. 数理社会学会第 36 回大

- 会(2003年9月21日,慶應義塾大学).
- 小山友介・青木俊英.『『転職ゲームシステム』の構築と実験運営上の諸問題』.第35回数理社会学会大会(2003年3月15日,大分大学).
- Yuhsuke Koyama, Jun Kobayashi and Hirokuni Oura "A Social Dilemma Experiment with intergroup mobility." International Simulation and Gaming Conference(September 9-11, 2004, Munich, Germany).
- Yuhsuke Koyama, Hirokuni Oura and Jun Kobayashi. "Exit for Cooperation: A Simulation Study on Social Dilemmas with Mobility." The 99th Annual Meeting of the American Sociological Association (August 15, 2004, San Francisco, USA).
- 武藤正義.「相互行為における望ましい配慮の仕方:ゲーム理論と社会的価値理論を用いて」.平成16年度COEプログラム「エージェントベース社会システム科学の創出」第1回RAフォーラム(2004年12月21日,東京工業大学).
- 武藤正義.「2者相互行為状況における倫理規範の性能分析」.第77回日本社会学会大会(2004年11月20-21日,熊本大学).
- 武藤正義.「倫理規範の相互行為への影響」.第38回数理社会学会大会(2004年9月20日,山形大学).
- 武藤正義.「社会的ジレンマと協力概念」.第37回数理社会学会大会(2004年3月28日,東京都立大学).
- 武藤正義.「状況を複雑にしない規範としてのマクシミン」.第36回数理社会学会大会(2003年9月19日,慶應義塾大学).
- 武藤正義.「2×2問題状況と一般的な利他性」.第35回数理社会学会大会(2003年3月16日,大分大学).
- 武藤正義.「低利得者配慮による協力形成」.第34回数理社会学会大会(2002年9月15日,岩手県立大学).
- Masayoshi Muto. "Realizing Cooperation through Slightly Altruistic Individuals: An Evolutionary Game Theoretical Approach." The Second Joint Japan-North America Conference on Mathematical Sociology(May 31- June 2, 2002, Vancouver, Canada).
- 中井豊・武藤正義.「我々意識をもつエージェントによる秩序形成シミュレーション」.第9回日本社会情報学会大会(2004年10月2日,茨城大学).
- 中島聡子・中井豊・古宮誠一.「質的調査とエージェントベースシミュレーションを利用した市民活動継続要因の考察」.情報処理学会「知能と複雑系」研究会(2004年8月,ホテルメゾン軽井沢).
- 中島聡子・中井豊・古宮誠一.「エージェントベースシミュレーションを利用した市民活動継続要因の考察」.電子情報通信学会ソフトウェアインタプライズモデリング(SWIM)研究会(2004年6月,機械振興会館).
- 大浦宏邦.「サンクシヨンの進化モデル」.第38回数理社会学会大会(2004年9月20日,山形大学).
- 大浦宏邦・石原英樹・小林盾.「所属集団を変更できる社会的ジレンマ実験(1):その意義

- と実験手続き」. 第 35 回数理社会学会大会(2003 年 3 月 15 日, 大分大学).
- 大浦宏邦・石原英樹・小林盾. 「所属集団を変更できる社会的ジレンマ実験 (2): 戦略の抽出と利得」. 第 35 回数理社会学会大会(2003 年 3 月 15 日, 大分大学).
- 大浦宏邦・石原英樹・小林盾・針原素子・辻竜平・小山友介 「所属集団を変更できる社会的ジレンマ実験」. 計測自動制御学会第 28 回システム工学部会研究会(2003 年 3 月 7 日, 学術総合センター).
- 桜井芳生. 「「親密性前線シフト」仮説」. 第 76 回日本社会学会大会(2003 年 10 月 12-13 日, 中央大学).
- Yoshimichi Sato. "Trust and Inequality: An Agent-based Model of Effect of Market Attractiveness on Trusting Behavior." Mini-Conference on Self-Organizing Inequalities(October 15, 2004, Cornell University, USA)
- Yoshimichi Sato. "Trust and Inequality: An Agent-based Model of Effect of Market Attractiveness on Trusting Behavior." The 99th Annual Meeting of the American Sociological Association(August 14-17, 2004, San Francisco, USA).
- Yoshimichi Sato. "Trust and Commitment Formation in the Market." Poster Presentation, The 6th Symposium on Japanese-American Frontiers of Science(December 8-10, 2003, Hayama, Japan)
- 佐藤嘉倫. 「古典的ゲーム理論・進化ゲーム理論・社会学」. 第 35 回数理社会学会大会シンポジウム「進化ゲームの可能性を考える」(2003 年 3 月 15 日, 大分大学).
- Yoshimichi Sato. "Problem of Social Order: From Hobbes to Evolutionary Game Theory," The 5th Symposium on Japanese-American Beckman Frontiers of Science(December 6-8, 2002, National Academy of Science, Irvine, USA)
- 佐藤嘉倫. "Effects of Market Attractiveness on Trust and Inequality." 第 34 回数理社会学会大会(2002 年 9 月 16 日, 岩手県立大学).
- Yoshimichi Sato. "Rational Choice Theory of Intentional Social Change." The XVth ISA World Congress of Sociology(July 7-13, 2002, Brisbane, Australia).
- Yoshimichi Sato. "Effect of Inequality on Trust: An agent-based model of mutual trust." The Second Joint Japan-North America Conference on Mathematical Sociology(May 31- June 2 2002, Vancouver, Canada).

3. 出版物

- 数土直紀. 『自由という服従』 光文社. 2005 年 1 月 20 日.
- 石原英樹・金井雅之. 『進化的意思決定』 朝倉書店. 2002 年 4 月 5 日.

(研究組織・研究成果作成 籠谷和弘)

大浦宏邦編『秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ』

目次

はしがき 大浦宏邦 1

研究組織・研究成果 籠谷和弘 3

第1部 イン트로ダクション

秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ 大浦宏邦 11

社会的ジレンマ問題への学際的接近

小山友介・小林盾・藤山英樹・針原素子・谷口尚子・大浦宏邦 30

第2部 数理モデルとシミュレーション

移動可能なN人囚人のジレンマにおける協力の進化

——移動コストと関係の長期性の効果—— 金井雅之・小林盾・大浦宏邦 42

囚人のジレンマゲームにおける移動コストと協力の進化 七條達弘 53

所属集団を変更できる社会的ジレンマモデルの計算機実験 小山友介・大浦宏邦 60

社会的ジレンマと協力概念 ——フリーライドの視点によるN人ゲームの構造分析 I——

武藤正義 75

社会的ジレンマの諸定理 ——フリーライドの視点によるN人ゲームの構造分析 II——

武藤正義 98

第3部 実験

Rises and Falls of Cooperation J. Kobayashi, Y. Koyama, H. Fujiyama, and H. Oura 112

Decisions on the Exit H. Fujiyama, J. Kobayashi, Y. Koyama, and H. Oura 125

Performance of the Exit H. Fujiyama, J. Kobayashi, Y. Koyama, and H. Oura 136

Intentions in the Exit H. Fujiyama, J. Kobayashi, Y. Koyama, and H. Oura 144

Decisions on Cooperation H. Fujiyama 152

Effects of Unanimity on Cooperation H. Fujiyama and H. Oura 162

ゲームにとって「移動」とは何か? ——半繰り返しゲームの生成—— 神山英紀 168

社会的ジレンマ実験における「移動型トリガー戦略」

——心理的個人特性, 行動意図からの検討—— 針原素子・辻竜平 192

社会学における実験アプローチ ——方法論, コンピュータの利用, 実践例——

小山友介 210

第4部 調査

- 集団間離脱応報戦略としての転職行動 谷口尚子・大浦宏邦 233
- 組織活性化と労働移動 ——フリーライダーへの転職の効果—— 小林盾 247
- ジレンマ・ゲームとしての転職 ——協力者は移動するか—— 秋吉美都 259
- 職場のフリーライダー ——サイズ, 仕事内容,モチベーションの効果——
小林盾・小山友介・大浦宏邦 273
- 職場のゲーム ——フリーライダー問題のゲーム理論的予測と組織調査—— 小林盾 287

第5部 方法

- 社会学における進化論 佐藤嘉倫 299
- Can Evolutionary Game Theory Evolve in Sociology?
——Beyond Solving the Prisoner's Dilemma—— Y. Sato 312
- 進化ゲームにおける選択的相互作用モデルの意義と課題 金井雅之 324
- 文化進化系進化ゲーム理論による社会的ジレンマ分析 七條達弘 339
- 秩序問題としての社会的ジレンマの一般性 ——《二重の選択性》の視点から——
武藤正義 353

第6部 関連研究

- <非>寛容の限界 ——T.シェリングのモデルをもちいた分析—— 数土直紀 369
- 最終提案ゲームにおける適応的学習と懲罰
——Abbinck 実験の日本における追試の紹介—— 石原英樹 382
- 市民活動の継続要因に関する一考察 ——質的調査・分析に基づいて—— 中島聡子 394
- ハビトゥス変異とシグナリングのダーウィニアン社会学・序説 桜井芳生 408
- A Competition Model within and across Groups Explaining the Contrast between the Societies of
Chimpanzees and Bonobos S. Horiuchi 419
- 不確実性を伴う意思決定の非合理性に対する合理的説明 河野敬雄 425

付録

- A 実験インストラクション 小林盾 443
- B 実験画面 藤山英樹 449
- C 実験結果 小林盾・大浦宏邦 453
- D 実験 質問紙と単純集計 針原素子 461
- E 転職と働き方に関する意識調査 質問紙と単純集計 小林盾・秋吉美都 472

第1部

イントロダクション

秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ

大浦 宏邦
(帝京大学)

【要旨】

本論文では、秩序問題へ進化ゲーム理論的にアプローチする方策について考察する。

人間社会で観察される秩序現象はゲーム理論的には、調整ゲーム型の秩序現象、チキンゲーム型の秩序現象、社会的ジレンマ回避型の秩序現象の3つに大別することができる。このうち、もっとも解決が困難なのは、社会的ジレンマ回避型の秩序現象である。

社会的ジレンマ回避については、二人囚人のジレンマゲームで協力状態をもたらす究極要因や、N人囚人のジレンマゲーム(NPD)で協力状態をもたらす至近要因についての研究はすすんでいるが、これらの至近要因の進化を可能にする究極要因についての研究は不十分である。本論文では、従来の進化ゲーム理論を拡張した選択的相互作用型の進化ゲームモデルの開発によって、NPD回避の究極要因を明らかにできる可能性があることを紹介する。

このような進化ゲーム理論的アプローチは、秩序問題について従来提案されてきた規範解やゲーム論解の不十分な点を補うことができると期待できる。

キーワード: 秩序問題、社会的ジレンマ、進化ゲーム理論、選択的相互作用モデル

1. はじめに

社会秩序はいかにして生じ、いかにして変動し、いかにして崩壊するのか。21世紀を迎え、国内的にも国際的にも、従来の秩序が大きく変動しつつある今日、これらの問題について深い理解をもつことには大きな意義がある。本論文では、秩序問題の中核に社会的ジレンマの回避問題があることを指摘した上で、ジレンマ回避問題にアプローチする方策について考察してみよう。

1.1 秩序問題の問いの構造

社会秩序形成の問題は、秩序問題として長い探求の歴史がある。秩序問題は大きく「現実の社会秩序がいかにして成立しているのか」を問う経験論的秩序問題と、「良い秩序とは何であり、それはいかにして可能か」を問う正義論的秩序問題に分類できる(盛山 1991)。いずれも重要な問いであるが、前者についての知見が、後者を問う上での前提にもなると考えられるので、本論文では前者に絞って考察を試みる。

前者の経験論的秩序問題をもう少し精密に定式化すると、「ある種の人間像を仮定したときに、ある種の社会状態(秩序のある状態)が生じるのはなぜか」という形の問いになる(左古 1998)。前件の「ある種の人間像」は「合理的個人」であることもあれば「ランダムな目的を持つ行為者」(Parsons 1937)であることもあるが、この前件から「秩序があると人々

の考える社会状態」を導くことが論理的には困難であるにもかかわらず、なぜそれが可能になっているのか、を問うことが経験論的秩序問題の主な考察対象であった。

一般化して言えば、「Aという人間像」と「Bという社会状態」はどちらももってもらしいにもかかわらず、AからBを導くことはできない、一体どこが誤っているのだろう、というのが基本的な問いの構造であったといえる。この問題に対する解答としては論理的には

- 1) Aが誤っている（実はA'だ）
- 2) Bが誤っている（実はB'だ）
- 3) AからBが導けないという推論が誤っている（実は導ける）

の3つの可能性、およびその組み合わせが考えられる。従来の秩序問題に対する研究も、このいずれか、あるいはその組み合わせによって解決を目指したものと位置づけることができる。

1.2 先行研究とその問題点

久慈(1991)は経験論的秩序問題に対する従来の研究を、市場的解答、交換理論的解答、社会学的解答、ゲーム論的解答に分類している。

市場的解答や交換理論的解答（Brau 1964 など）は、自らの利益を追求する個人が、交換の利益を求める結果として秩序形成が可能とするもので、3)のタイプの解答（AからBは実は導けるといふ解答）を目指したものと考えられる。しかし、交換には裏切りの誘因が存在するので、交換の利益によって秩序形成が可能とする推論には不十分な点がある。

社会学的解答（Parsons 1937 など）は規範の存在によって秩序形成が可能とするもので、例えば、パーソンズは行為者が社会規範を内面化することで、社会秩序は維持されていると考えた。これは自らの利益を追求する人間像（これをAとする）の代わりに、社会規範を内面化する人間像（A'）を仮定するので、1)のタイプの解答であると考えられる。

このタイプの解答の問題点は、なぜ人々が規範を内面化するのかが未解明な点にある。特に規範の中には、それに従うことが当人にとって不利となる（従わないことが有利となる）ものがあるが、そのような場合でも、なぜ人々がそのような規範に従うのかが不明である。社会学解はこのような疑問に答えるものとはなっていない。

ゲーム論的解答（Voss 1985 など）は、無限回繰り返し囚人のジレンマゲームにおけるフォーク定理（適当なスーパー戦略を考えれば、協力状態がサブゲーム完全均衡になる）に依拠して、合理的個人の仮定から秩序形成が可能とするものである。これは3)のAからBが導ける、とするタイプの解答である。

ゲーム理論を用いる利点は、数理的な方法を用いることで、ミクロな相互作用の積み重ねからどのようなマクロな社会状態が導かれるかに関する推論の精度を向上させられる点にある。しかし、フォーク定理による解答には、無限回繰り返しゲームの利得計算を自在に行えるような、超合理的な人間像（A''）の仮定を必要とする点に問題点がある。フォーク定理の仮定のもとでは、もし集団に超合理的ではないプレイヤーが何人か混じっていて、彼らが近視眼的に非協利行動を採った場合に、他の超合理的プレイヤーも非協利行動を採るので協利行動は維持されない。現実の社会ですべての人々が超合理的であると仮定することは非

現実的であり、これがこの種の解答の問題点となっている。

また、フォーク定理による解答は静学モデルに依拠している点にも不十分さがある。静学モデルはつりあいの状態（Nash 均衡）を探すことを分析の中心とするが、Nash 均衡は安定とは限らないので静学モデルによるミクロマクロ推論には限界がある。

このように、秩序問題に対する従来の研究は 1) または 3) の方略で解決を図るものだと考えられるが、1) タイプの解答にはなぜ A' なる人間像が存在するのかが未解明という問題点があり、3) タイプの解答には A'' なる人間像の仮定が必要であったり、ミクロマクロ推論の精度が不十分であったりという問題点が存在する。

1.3 進化ゲーム理論によるアプローチ

進化ゲーム理論は、動学化されたゲーム理論であり（石原、金井 2002）、遺伝ダイナミクスモデルと学習ダイナミクスモデルの二階建ての構造を持つ理論体系である。この理論体系を用いて秩序問題にアプローチすることによって、上で分析した先行研究の問題点を解消できる可能性がある。主な利点が二つ存在する。

一つは、学習ダイナミクスモデルを用いて、どのような人間像から、どのような社会状態が予想できるのか、についての推論の精度を静学モデルよりも向上させることができる。Nash 均衡を用いる従来型の静学モデルも、この種のミクロマクロ推論を行う性能を持っているが、動学モデルは均衡にいたる道筋を明らかにすることによって、どの均衡が安定でどの均衡が不安定か、モデル外要因による摂動がどのような帰結をもたらすか、などの推論を可能として、ミクロマクロ推論の性能がより向上している。したがって、動学モデルを用いることで、3) タイプの推論の誤りを減らすことが期待できる。また、この際静学モデルに比べて、より現実的な人間像を仮定してミクロマクロ推論を進めることができる。

次に、遺伝ダイナミクスモデルを用いることで、「A がもっともらしいのに A' なのはなぜか」という問題に解答を与える可能性がある。人間が A' という特性を持つのはなぜか、という問題を考えることは、進化生物学でいうところの究極要因¹⁾を明らかにすることと同義である。これは社会学の守備範囲をやや越える課題であるが、遺伝ダイナミクスモデルはこの問題にアプローチできる性能をもっている。A' という形質の持つある種の不自然さの原因と、それにもかかわらず A' が維持されている条件が明らかにされれば、どのような場合に社会秩序が可能であるのかについてより深い理解を得ることができる。

以下では、これらの課題にどのように取り組んでいくことができるのか、より具体的に考察をしてみよう。

2. 秩序の分類

2.1 秩序の定義

1 節では「B という社会状態」の中身については特定せずに議論を進めてきたが、ここでは A' という多少とも不自然な人間像を必要とする社会状態 B とは何かについて考察をしておこう。

秩序問題を扱う以上、Bとは「秩序があると考えられる社会状態」であるはずである。ここで秩序とは何かという秩序の定義についての考察が必要になるが、ここでは「一般の人々が秩序があると考えている社会状況」を秩序のある状態だと考えることにする。言い換えると盛山(1995)のいうところの一次理論上で認識されている秩序を「秩序」と考える立場をここでは取ることにする。

人々がどのような状態を秩序がある状態と思っているのか、については必要があれば社会調査などの手法で実証的に調べることができるが、近似的には辞書的な定義や実際の使用例などから推定することができる。試みに「秩序」を google で検索すると、43万件余りヒットする²⁾。国際秩序、経済秩序、職場の秩序、学校の秩序などの用例が上位に並んでいるが、これは秩序を混沌、混乱の対義語とする辞書的な定義と整合性のある結果である。国際関係や経済システムが混乱して戦争や恐慌が起こること、職場放棄や学級崩壊によって仕事や授業に差しさわりの出ることの対義語が「秩序」であり、生命や財産の安全が保証され、生産活動や流通活動、教育その他の活動が滞りなく行われている状態が通常の意味で「秩序のある状態」であると考えられる

2.2 秩序の三類型

2.1で秩序の定義を行ったが、秩序があると考えられる社会状態Bの中には、人間像Aから自然に導かれるものもあれば、そうではないものもある。ここでは、秩序を分類することによって、どのような秩序がより問題の大きい秩序であるのかを考察してみよう。

秩序を分類するには、何らかの分類の基準が必要である。社会秩序が個人間の相互作用の結果として生成してくるとする立場に立つならば、個人間の相互作用の背後にある利得構造の違いに着目して秩序を分類することが可能になる。相互作用の中で最も基本的なものは二者間の相互作用であるが、ゲーム理論の知見によれば、二者相互作用の背後に存在する利得構造は調整ゲーム型の利得構造、チキンゲーム型の利得構造、囚人のジレンマ型の利得構造の3つに大別することができる。この利得構造の違いに着目すれば、秩序を

- 1 調整ゲーム型の秩序
- 2 チキンゲーム型の秩序
- 3 ジレンマ回避型の秩序

の3つに大別することができる。実際には二者相互作用のみで秩序が生成するわけではないので、すべての秩序をこの3つに綺麗に分類できるわけではないが、分析の手がかりとしてこの3類型を設定すると便利である。以下、それぞれの秩序がどのようなものであるか具体的に検討してみよう。

2.3 調整ゲーム型の秩序

調整ゲームは、対称的な利得を持つ複数の Nash 均衡が存在するゲームである。調整ゲームを背後にもつ秩序としては、分業や左側通行・右側通行のようなある種の慣習が考えられる。分業の例として、二人のプレイヤーが餅つきをする場合を考えよう。

一人が餅をつき、もう一人が餅をこねるとうまく餅をつくことができる。この場合、両者

に2の利得がもたらされるとする。一人が餅をつくがもう一人がこねない場合やその逆の場合、あるいはどちらもついたりこねたりしない場合には餅は完成しないため、両者の得る利得は0である。餅をつくことやこねることには1のコストがかかるとすると、この状況の利得表は次のような調整ゲームになる。

| 自分\相手 | こねる | こねない |
|-------|-------|-------|
| つく | 1, 1 | -1, 0 |
| つかない | 0, -1 | 0, 0 |

このゲームの strict Nash 均衡は（つく、こねる）と（つかない、こねない）の二つで、どちらも学習ダイナミクスの漸近安定状態である³⁴⁾。（つく、こねる）が分業の成立している状態で、経済的な秩序が存在する状態、（つかない、こねない）が生産の行われていない状態で、経済的な秩序が崩壊した状態に相当する。

いずれも漸近安定状態なので、秩序の崩壊した状態から秩序のある状態に自明に遷移するわけではない。しかし、秩序のある状態が一旦成立すると、そこから逸脱する誘因は両者に存在しないので、秩序のある状態はモデル内要因によって維持されることになる。したがって、試行錯誤や模倣や先読みによって利得の高い戦略をとることを試みる人間像と、ある適当な初期状態を仮定すれば調整ゲーム型の秩序状態を導くことができる。

右側通行か左側通行かといったある種の慣習も、調整ゲーム型の秩序である。この場合も、一旦成立した慣習から逸脱する誘因をプレイヤーはもっていない。したがって、学習ダイナミクスを駆動する適当なマイクロプロセスと、当該の漸近安定状態に収束しうる適当な初期状態を想定できれば、このタイプの慣習の成立を論理的に導くことができる。

2.4 チキンゲーム型の秩序

チキンゲームは非対称な利得をもつ複数の Nash 均衡が存在するゲームである。チキンゲーム型の秩序現象の例としては、支配・服従の関係をあげることができる。先手プレイヤーが、相手を威嚇して資源を取り上げようとする場合を考えよう。後手プレイヤーにはそれに従って資源を引き渡すか、拒否して抵抗するかとの2つの戦略がある。抵抗すれば闘争が発生して、双方が闘争のコストを蒙るものとする、この場合の利得表は例えば次のようになる⁵⁾。

| 先手\後手 | 服従 | 抵抗 |
|-------|-------|--------|
| 威嚇 | 2, -2 | -5, -5 |
| 非威嚇 | 0, 0 | 0, 0 |

このゲームの strict Nash 均衡は（威嚇、服従）で、strict ではない Nash 均衡は（非威嚇、

抵抗)である。学習ダイナミクスでは(威嚇、服従)が漸近安定で、(非威嚇、抵抗)に相当する状態がリャプノフ安定となる。このうち(威嚇、服従)の状態が支配・服従の関係が成立している状態に相当する。この状態は strict Nash 均衡でかつ漸近安定なので、調整ゲーム型の秩序と同様に、試行錯誤や模倣や先読みによって利得の高い戦略をとることを試みる人間像と、適当な初期状態を仮定すれば導くことができる。

調整ゲーム型とチキンゲーム型の違いは利得の非対称性で、調整ゲーム型の秩序では秩序の成立時に各プレイヤーは等しい利得を受け取るが、チキンゲーム型の秩序ではプレイヤーの利得に格差が存在する。しかし、いずれの場合もプレイヤーはその状態から逸脱する誘因を持たないため、一旦成立した秩序は「利得極大化」⁹⁾を試みる人間像の下で維持される点は共通している。

2.5 ジレンマ回避型の秩序

四人のジレンマゲームはパレート劣位な Nash 均衡が一つだけ存在するゲームである。四人のジレンマ型の利得構造を背後に持つ秩序も、多くの場面で観察される。この節の初めで紹介した秩序現象の多くはこのタイプの秩序である。ただ、このタイプの秩序では Nash 均衡が実現している状態ではなく、その状態をパレート支配している状態(=ジレンマが回避されている状態)が秩序のある状態だと一般に考えられている点が、上の二つの場合とは異なっている。職場の秩序を例にとって考えてみよう。

職場には通常、遅刻をしてはいけないであるとか、無断欠勤はいけないであるとか様々な規則や規律が存在する。これらの規則や規律が守られている状態を職場に秩序がある状態、守られていない状態を職場に秩序がない状態と考えることは、日常的な「秩序」の用法に一致するであろう。

一般に規律正しい職場は生産性や売り上げが高く、職場としての収益も高いが、規律の守られていない職場では、高い収益は期待しにくい。この部分だけを考えると、どの社員も規律を守ってまじめに働きそうであるが、規律を守ることにはそれなりのコストが存在するので、実際に規律が守られるかどうかは自明ではない。

簡単のために、二人の社員からなる職場を考えて、モデル化してみる。自分が規律を守ってまじめに働くと、お互いにとって2ずつの利益が得られるとする。一方、まじめに働くには3のコストがかかるものとする、この場合の利得表は次のように四人のジレンマタイプになる。

| 自分\相手 | まじめ | 不まじめ |
|-------|-------|-------|
| まじめ | 1, 1 | -1, 2 |
| 不まじめ | 2, -1 | 0, 0 |

このゲームの唯一の Nash 均衡は(不まじめ、不まじめ)であるが、これは日常的な意味で秩序のある状態ではない。日常的な意味で秩序のある状態は、皆が規律を守ってまじめに

働いている状態、すなわち（まじめ、まじめ）の状態である。この状態は Nash 均衡の（不まじめ、不まじめ）をパレート支配していて、ジレンマが回避されている状態に相当する。このようにジレンマが回避されている状態が秩序のある状態だと一般に考えられているような秩序を「ジレンマ回避型の秩序」と呼ぶことにしよう。

このゲームの学習ダイナミクスを考えると、（不まじめ、不まじめ）が strict Nash 均衡なので、この状態が唯一の漸近安定状態である。（まじめ、まじめ）は strict Nash 均衡ではなく、Nash 均衡ですらないので、学習ダイナミクスのもとではリャプノフ安定ですらない不安定状態である。このことは、試行錯誤や最適反応で利得極大化を目指す人間像を仮定すると、お互い規律を守らずに不まじめな働き方をする状態が、唯一予測される社会状態であることを意味している。つまり、利得極大化を目指す社員からなる職場では、職場の秩序は維持されないことになる。

この例では二人の職場を考えたため、二人囚人のジレンマゲームとなったが、一般に N 人 ($N > 2$) の職場を考えると状況は N 人囚人のジレンマゲームになる。この場合も、皆が規律を守って熱心に働く状態がパレート効率的であるにもかかわらず、誰も規律を守らない状態が唯一の漸近安定状態になる⁷⁾。したがって、この場合も「職場の規律が守られている状態」はジレンマ回避型の秩序と考えられる。

ジレンマ回避型の秩序の特徴は「利得極大化」を目指す人間像を仮定した場合には、秩序が維持されないことが予想される点で、この点が調整ゲーム型やチキンゲーム型の秩序と大きく異なっている。利得極大化を目指す人間像が自然なものであるとするならば、ジレンマ回避型の秩序はある意味で不自然な人間像を必要とする秩序なのである。

それにもかかわらず、ジレンマ回避型の秩序は広く社会で観察される。上では職場の規律の例をとりあげたが、一般に人々が「従うことに何らかのコストを必要とする規則」に従うことによって維持されている社会秩序はジレンマ回避型の秩序だと考えられる。一般に社会規範と呼ばれるものの多くはこのような性質を持った社会的な規則である。「盗むなかれ」という規範は、盗むことで得られる利得の増加を放棄することを要請するし、「ゴミはゴミ箱に」という規範はゴミをゴミ箱まで持っていくコストを負担することを人々に要請する。これらの規範が機能している状態は、ジレンマ回避型の秩序が成立している状態と考えられるので、このタイプの秩序も現実社会で広く成立していると考えられる。

以上のようにジレンマ回避型の秩序において、「もっともらしい人間像 A」と「現実に観察される社会状態 B」の乖離が最も鮮明になる。したがって、ジレンマ回避型秩序の成立問題が秩序問題の中核を占めると考えることができる。以下では、節を改めてジレンマ回避型秩序の成立メカニズムについて考えることにしよう。

3. ジレンマ回避のメカニズム

3.1 二人囚人のジレンマと N 人囚人のジレンマ

ジレンマ回避については、二人囚人のジレンマ（二人 PD）、 N 人囚人のジレンマ（NP D）、いずれについても数多くの理論的・実証的研究が存在するが、ここでは、NP D の実

証的研究に絞って紹介する。

NPDの実証研究に絞る理由は2つある。一つは二人PDとNPDでは回避メカニズムが異なる可能性があり、NPDの方が回避がより困難と予想される点である (Dawes 1980 など)。繰り返し二人PDでは、TFT (相手がCならC、DならDを返す戦略。Axelrod 1984)、OFT (相手がCならC、Dならゲームをしない戦略。林 1993)、パブロフ (前回CCやDDならC、CDやDCならDを採る戦略。Nowak & Sigmund 1993) のように有力なスーパー戦略が知られていて、これらはいずれもD戦略 (非協力的な戦略) の侵入を阻止して、協力状態を維持することができる性能を持っている。これに対し、繰り返しNPDにおけるスーパー戦略には同様の性能を持つものが今のところ知られていない (大浦 1996)。

もう一つは、ジレンマ回避型秩序の背後にある状況はNPDの場合が多いことである。二人PD状況もNPD状況もあるプレイヤーの行動が、他のプレイヤーの利得に影響を及ぼすという意味で、行動に外部性がある状況である。外部性の及ぶ対象が一人に限定される場合が二人PDであり、二人以上に外部性が及ぶ場合がNPDであると考えられる。職場の事例では、ある社員が規律を守らずに業績が悪化したとすると、それはその職場の全員に何らかの不利益をもたらす。ゴミのポイ捨ての場合も環境の悪化による不利益は、特定の個人ではなく公園利用者全員に及ぶであろう。

社会を二者関係の集積と捉えて、二人PD回避メカニズムの考察によって社会秩序の形成にアプローチする方策もありうるが、外部性が複数他者に及ぶ場合も多い事を考えるとNPD回避メカニズムを探るアプローチも必要であると考えられる。この節では、まずNPD回避の実験的研究を概観することでNPD回避の至近メカニズムを探り、さらに次の節でNPD回避の究極要因について考察することにしよう。

3.2 NPDの実験的研究

NPDの実験的研究に関する Kollock(1998)や Komorita & Parks(1995)、山岸(2002)のレビューによると、NPDや類似の利得構造を持つ公共財供給の実験では、次の要因が協力的行動を促進あるいは抑制することが明らかとなっている。

- 1) 社会的動機を持つプレイヤーは協力しやすい
- 2) 事前のコミュニケーションは、協力率を高める
- 3) 内集団の成員に対する協力率は高い
- 4) 効力感を高めると協力率が上がる
- 5) 集団の人数が増えると協力率が下がる

社会的動機は、自分や他者の利得の合計を増やそうとする心理的傾向である。NPDでは、協力行動のコスト c より、他者に与える利得増加の合計 Nb の方が大きいので、社会的動機の持ち主は協力行動を選択することが予想される。社会的動機の背後には、さらに他者の利得に対する共感や配慮、あるいは利得の合計を増やすことを好ましいとする功利主義的価値観へのコミットメントが存在すると推定される。

NPD実験を行う前に被験者相互で話し合いをする機会をもうけると、協力率があがることは一貫して観察される現象である (Orbell et al 1990、Liebrand 1984 など)。この原因とし

では、話し合うことで他者の行動を予測できるようになる、規範的な価値に訴えて説得したりされたりする（正しい行動とか裏切りといったレトリックが観察される）機会がある、明示的な約束をする機会がある、集団アイデンティティ（仲間意識）が高まる、といったメカニズムが指摘されている。

このうち、他者の行動が分かると協力率が上がる現象は、他者が協力するなら自分も協力しようとする応報戦略が採用されていることを示している。応報戦略の採用は、一般的信頼の高いプレーヤー（他者が協力行動をとっているプレーヤー）ほど協力率が高い（山岸 2001 など）という結果からも示唆される事柄である。

規範的な訴えや約束が有効となるのは、プレーヤーが規範的な価値にコミットしているか、それらに反することによる自己の評判の悪化を恐れていることを示唆する現象である。日常生活で評判が悪化すると、何らかのサンクションを受ける可能性が増えるが、その恐れが内面化されて実験場面でも影響を与えるのかもしれない。集団アイデンティティは次の内集団ひいきと関連の深い現象である。

プレーヤーを何らかの基準でグループ分けしてからNPD実験を行うと、自分と同じ集団の成員に対する協力率が、自分と異なる集団の成員に対する協力率より高くなる現象が観察される（Kramer & Brewer 1984、Tajfel 1970）。これが内集団ひいきで、日常的にもよく観察される現象であるが、そのメカニズムとしては、自分が同一視する内集団メンバーに協力すると自己評価があがる、内集団メンバーに対して協力すると、相手の協力を引き出しやすいという期待（コントロール幻想）がある、といったものが提案されている（神、山岸、清成 1996、Karp et al 1993 など）。内集団ひいきのメカニズムは不明な部分が多いが、一般他者ではなく、限定された他者に対する共感の存在や、限定された他者を対象とする応報戦略の存在を示唆する可能性がある。

協力行動による他者の利得の増加 b を増やしてNPD実験を行うと、協力率が増すことも知られている（Isaac & Walker 1988、Komorita et al 1980 など）。また、集合行動への参加の有無についてのアンケート調査では、自己の参加に対する効力感の認知と参加確率に正の相関が観察される（Klandermans 1986、鬼塚 2000 など）。他者への共感や社会的動機の存在を所与とすると、効力感の増加が協力率の増加につながることは予想できる現象である。

集団の人数が増えると協力率が下がることも、再現性の高い現象である（Komorita & Lapworth 1982、Bonacich et al 1976 など）。これは、人数の増加によって効力感が薄められてしまうこと、匿名性が高まりサンクションを受ける恐れが減ること、自分の行動がモニターされる危険性が減ることなどによると考えられている。効力感共感を前提とした現象であるが、匿名性の効果は日常生活で採用している対サンクション戦略が実験場面でも発動している可能性を示唆している。これは、各プレーヤーの行動をフィードバックして匿名性を取り除くと協力率が上がる（Sell & Wilson 1991）という実験結果とも整合性のある解釈である。

3.3 NPDの回避メカニズム

これらの知見を総合すると、現実に機能していると思われるNPD回避メカニズムは

- a) 効用関数のシフト

b) 応報戦略の採用

c) サンクション

の3つにまとめることができる。

効用関数のシフトは、共感による他者の利得への配慮や社会的価値へのコミットメントによって、自己の利得を修正したものを自己の効用とする現象である。具体的には、他者の利得に正の重みをつけて自己の利得に加えたものを自己の効用とする効用関数を採用したり、正直や勤勉といった社会的価値を内面化して、その価値を体現していると思う行動に効用を上乗せする効用関数が採用されていると考えられる。このような効用関数にもとづいて、自己の効用の極大化を目指すプレーヤーは、協力に相当する行動をとるようになると期待できる。

応報戦略は、「周りが協力していれば協力、非協力ならば非協力をとる」条件付戦略である。この戦略の存在はコミュニケーションの実験や、内集団ひいきの実験、信頼についての研究から推定される。他者への共感が無条件ではなく、協力的な他者に限定されている点に特徴があり、条件付で効用関数をシフトさせる戦略であると考えられる。応報戦略の存在下では、初期条件で十分に大きな協力率が与えられれば、その後協力状態が維持されうる。

サンクションは、非協力行動に対して罰を与えること、あるいは協力行動に対して褒美を与えることで、それぞれ負のサンクション、正のサンクションと呼ばれる。通常のNPD実験ではサンクション無しで協力を引き出せるかどうかを狙いとした実験デザインが用いられることが多いので、明示的にサンクションの効果が抽出されることは少ない。しかし、集団サイズの実験ではサンクションの間接効果と思われる現象が見られたし、現実の社会にもサンクションは明らかに存在している。サンクションは、プレーヤー自身の利得を変化させることができるので、サンクション存在下では利得極大化を目指すプレーヤー像の元でも、協力行動が取られることが期待できる。ただし、サンクションによるジレンマ回避は、サンクションを与えるプレーヤーの存在が前提となる。

以上より、「効用関数を、協力をポジティブに評価するようにシフトする人間像」と「他者に適切なサンクションを与える人間像」を想定すれば、ジレンマ回避型の秩序状態が導けることが期待できる。また、こうした人間像の想定は実証的にも妥当性を持つと考えられる。

4. ジレンマ回避の究極要因

4.1 究極要因解明の必要性

前節までの考察で秩序問題は解決した、と考えることも可能である。「人間像Aのもとでは現実の社会状態Bは導けないが、A'のもとではBを導くことができる。このA'には実証的な妥当性がある」ことが示されたのであるから。

しかし現実にはA'の場合が多いとしても、「なぜAではなくてA'なのか」を問うことは依然として可能であるし必要である。直感的には自己利益の増加をポジティブに評価する人の方が、それをネガティブに評価する人よりも自然であるし、理論的にも後者の集団に前者が侵入可能である。にもかかわらず、自己利益の増加をネガティブに評価する場合があるの

はなぜであろうか。サンクションについては、それを実施するためにも、実施に備えて他者の行動をモニターするためにもコストが必要であるが、なぜそのようなコストを負担する人がいるのであろうか。

A' という人間像にまつわるこうした不自然さが、秩序問題に人々がある種の不安を感じる源泉であろうと筆者は考えている。A' ではなくAであれば秩序は維持されないのであるから、A' である理由が不明なのは不安なことである。以下では「なぜAではなくA' なのか」という問いにアプローチすることを試みよう。

ところでここまでは、学習型の進化ゲームモデルを用いてミクロマクロ推論を行ってきたが、以下では遺伝型モデルを用いて、A' なる人間像が進化してきたメカニズムを探ることにする。学習型モデルでは、何らかの学習アルゴリズムを想定した場合に生じるダイナミクスを考察するので、ある人間像を想定した場合にどのような社会状態が生じるかを考察するのにむいている。しかし、なぜそのような学習アルゴリズムをプレイヤーが持つのか、については扱うことはできない。学習アルゴリズムを学習するメタ学習アルゴリズムを想定して、メタ学習モデルを立てることは可能であるが、その場合もなぜそのようなメタ学習アルゴリズムをプレイヤーが持つのか、という問題が生じてしまう。

遺伝型モデルは、この種の「無限の先送り」を断ち切る性能を持っている。遺伝型モデルで仮定されるのは淘汰圧である。どのような淘汰圧が存在するときに、どのような形質が進化するのかをさぐるのが遺伝型モデルの使命であるが、淘汰圧はさらに、生物を取り巻く環境の関数である。従って、遺伝型モデルを用いれば人間がA' という形質を持つに至ったのは、どのような環境のもとで進化してきたためであるのか、についての知見を得ることができる⁸⁾。

ある現象をもたらす生物内部のメカニズムを、その現象の至近要因（至近メカニズム）といい、その至近メカニズムの進化をもたらした環境要因を、もとの現象の生じる究極要因という。遺伝型モデルは、この究極要因を明らかにする性能をもっているといえる。以下では遺伝型モデルを用いて、ジレンマ回避型秩序が生成する究極要因を検討してみよう。

4.2 N人囚人のジレンマにおける遺伝ダイナミクス

ここではまず通常のN人囚人のジレンマの仮定のもとで、A' なる人間像が遺伝ダイナミクスによって進化できるかどうかを検討する。

N人囚人のジレンマ状況にあるプレイヤー集団を考えよう。プレイヤーにはC行動とD行動の2つの選択肢が存在し、C行動をとると、自らの利得を c 下げる代わりに、全員の利得を b ずつ引き上げることができる。D行動をとると何も起こらない。ここで $b < c$ と仮定する。

プレイヤーの戦略は、効用の感じ方（状態の評価戦略）である。一つは、自分の利得をそのまま自分の効用と感ずる評価戦略である。これを評価戦略Aとする。もう一つは、他のプレイヤーの利得に重み w をつけて自らの利得に加えた値を効用とする戦略である。これを評価戦略A' とする。遺伝ダイナミクスを考えるので、これらの評価戦略は遺伝によって親から子へ継承されるものとする。プレイヤーの利得は適応度（子供の数の期待値）の増減であ

る。

評価戦略Aをとるプレーヤーにとって、C行動の効用は $b - c$ であり、D行動の効用は0である。 $b < c$ を仮定しているので、常に(Cの効用) < (Dの効用)が成立する。したがって、評価戦略Aをとるプレーヤーは常にD行動をとると考えられる。

これに対し、評価戦略A'をとるプレーヤーにとっては、C行動の効用は $(N - 1)wb + b - c$ であり、D行動の効用は0である。これより、

$$w > (c - b) / (N - 1) b$$

のときは常に(Cの効用) > (Dの効用)となるので、評価戦略A'を採用するプレーヤーは w が十分大きければ常にCを採用と考えられる。以下、 w は十分大きい場合を考える。

さて、 N 人の集団中にA'を採用するプレーヤーが x 人、Aを採用するプレーヤーが $(N - x)$ 人いるものとしよう。このとき、C行動を採用する人が x 人、D行動を採用する人が $(N - x)$ 人となるので、

$$A' \text{ を採用する人の利得} = b x - c$$

$$A \text{ を採用する人の利得} = b x$$

となる。したがって、常に

$$(A \text{ を採用する人の利得}) > (A' \text{ を採用する人の利得})$$

が成立する。2戦略の遺伝ダイナミクスでは、利得の高い戦略のシェアが増加し、低い戦略のシェアが減少するので、Aのシェアが常に増加し、集団全体をAが占める状態がこの場合の漸近安定状態となる。

この結果は、今の仮定の下では評価戦略A'が進化することではなく、他者の利得に重み付けをして自己の効用に加算するプレーヤーは集団中で生き残ることはできないことを示している。同様な分析を行うと、規範を内面化してC行動の効用に評価を上乗せしてD行動の効用よりも上回らせるタイプのプレーヤーも、この条件下では進化することができないことがわかる。

一般に、ある評価戦略を用いる学習アルゴリズムは、その学習アルゴリズムの指示する行動が相対的に低い適応度しかあげられない場合には、遺伝ダイナミクスのもとでは進化することができないことが知られている(Harley 1981、大浦 2001)。従って、C行動を採用することがD行動を採用する場合より適応度のレベル(主観的な効用のレベルではなく)で有利となる条件下でなければC行動を指示する学習アルゴリズムは進化することはできない。しかし、C行動が適応度のレベルでD行動よりも有利となることは、C行動の定義上ないように見える。にもかかわらず、C行動を指示する学習アルゴリズムは3節で検討したように存在する。ここに矛盾が存在するが、この矛盾を解く事がジレンマ回避問題の核心であるし、おそらく秩序問題の核心でもあると思われる。

5. 選択的相互作用モデル

4節では、C行動の効用をD行動より高く評価するA'タイプのプレーヤーは、適応度について(あるいは適応度と正の相関を持つ物理的な利得について)Aタイプのプレーヤーを

下回るならば、長い時間のうちには集団中から失われてしまうことをみてきた⁹⁾。

現在、A'タイプのプレーヤーが存在するという事は、少なくとも遠くない過去の時点でA'タイプのプレーヤーの適応度や利得がAタイプのプレーヤーの適応度や利得を上回る状況があったことを示唆している。それはどのような状況だったのであろうか。この節ではこの点について考えてみよう。

5.1 外部性の濃淡と共分散法

C行動がD行動よりも適応度のレベルで平均的に有利になる状況では、A'タイプのプレーヤーの適応度はAタイプのプレーヤーの適応度を上回ることができる。以下では、C行動の平均適応度や平均利得がD行動の平均適応度や平均利得を上回るのはどのような状況であるのかを考えることにする。

4節のモデルでは、C行動の正の外部性（あるいはD行動の負の外部性）は、他のプレーヤー全員に等しく及ぶことが想定されていたが、この条件下では、C行動の利得が常にD行動の利得を下回ってしまった。そこでこの条件を緩めて、C行動やD行動の外部性が他のプレーヤーに等しく及ぶのではなく、プレーヤーによって外部性に濃淡がある場合を考えてみよう。現実の社会でも、地理的あるいは社会的に近い相手には外部性が及びやすく、遠い相手には外部性が及びにくい場合が多いので、外部性の濃淡は現実性のある仮定といえるであろう。

具体的に、全体集団の中にいくつかの小集団が存在して、外部性の及ぶ範囲がその小集団の内部に限定される場合を考えてみる。この場合、もしいくつかの小集団でC行動ばかりが採られ、別の小集団ではD行動ばかりが採られるならば、C行動を採るプレーヤーの平均利得がD行動を採るプレーヤーの平均利得を上回ることがありうる。

一般に小集団が n 個存在して、小集団 i における

C行動の割合を x_i

小集団 i の平均利得を u_i

$\Delta u_i = (\text{Cの利得}) - (\text{Dの利得})$

とすると、

$$\text{Cov}(x_i, u_i) + E[x_i(1 - x_i)\Delta u_i] > 0$$

のとき全体集団において

$$(\text{Cの平均利得}) > (\text{Dの平均利得})$$

となる（プライスの共分散法。Covは共分散、Eは平均を示す。Price 1970 参照）。

これより Δu_i が常に負の場合でも、 $\text{Cov}(x_i, u_i)$ が十分に大きな正の値の場合には、全体集団における平均利得でCがDを上回ることができることがわかる。共分散を相関係数を用いて書き直すと

$$\text{Cov}(x_i, u_i) = r(x_i, u_i) \sigma(x_i) \sigma(u_i)$$

となる（ r は相関係数、 σ は標準偏差を示す）。つまり、小集団中のCシェアと小集団の平均利得との相関が正で、Cシェアと小集団平均利得の分散が十分に大きい場合には全体集団における平均利得でCがDを上回る場合がありうる。

社会的ジレンマの利得構造では $r(x_i, u_i)$ は常に正である。一方、 $\sigma(x_i)$ は利得構造ではなくて小集団の構成に依存する値で、同じ利得構造のもとでも大きくも小さくもなりうる。 $\sigma(u_i)$ は、利得構造と小集団構成の両方に依存する値で、Cの多い小集団とDの多い小集団の利得の差が大きく、小集団間のCシェアのばらつきが大きいと大きくなる値である。

以上より社会的ジレンマ状況でも、Cの多い小集団とDの多い小集団の利得の差が十分大きな正の値で、小集団ごとのCシェアのばらつき $\sigma(x_i)$ が十分大きい状況では、全体集団における平均利得でCがDを上回ることができると期待できる。たとえば、いくつかの小集団でC行動ばかりが採られ、いくつかの小集団でD行動ばかりが採られる状況ではCシェアのばらつき $\sigma(x_i)$ が大きいので、全体集団における平均利得でCがDを上回る可能性がある。逆にどの小集団でもCとDの割合がほとんど変わらない状況では、 $\sigma(x_i)$ が小さいので、全体集団における平均利得でもCがDより下回る可能性が高いと考えられる。

5.2 小集団間の移動の効果

前節で考察した条件のうち「Cの多い小集団とDの多い小集団の利得の差が十分大きな正の値」という条件は、社会的ジレンマの利得構造が変化しない限りは変化しない。しかし「小

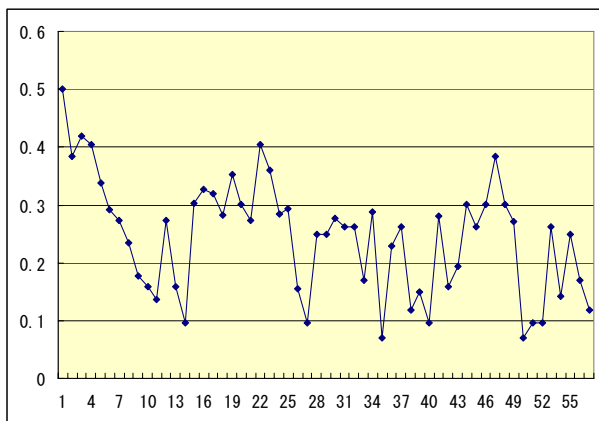


図1 ランダム移動時の $\sigma(x_i)$ の変化

集団間のCシェアのばらつき $\sigma(x_i)$ が大きい」という条件は、利得構造が変化しなくても小集団のプレイヤー構成が変われば変化してしまう。たとえば、小集団間でプレイヤーの移動が生じると小集団の構成が変わり $\sigma(x_i)$ の値も変化するであろう。ここでは、小集団間のプレイヤーの移動と $\sigma(x_i)$ との関係を考えてみよう。

まず、プレイヤーが小集団の間をランダムに移動する場合を考える。図1は16人のプレイヤーが四個の小集団の間をランダムに移動した場合の $\sigma(x_i)$ の変化を示している。小集団が四個の場合、 $\sigma(x_i)$ は0から0.5までの値をとるが、図1の初期状態はCのみの小集団とDのみの小集団が二個ずつある状態で、 $\sigma(x_i)$ は最大値の0.5となっている。

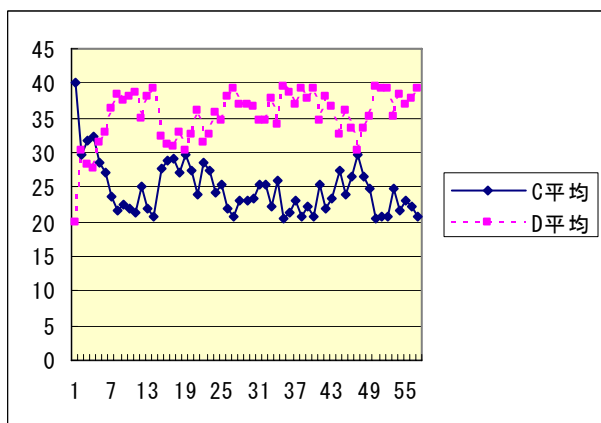


図2 ランダム移動時の各戦略の利得

この状態からランダムに選んだ5人のプレイヤーの所属小集団をランダムに変えていった結果の一例が図1である（次の所属小集団をランダムに選んでいるので、

次も同じ小集団に所属することがありうる）。移動の結果、CプレイヤーとDプレイヤーはすみやかに入り混じり、 $\sigma(x_i)$ は0.2前後の値に低下した。

CプレイヤーとDプレイヤーの利得を

$$C(x) = 40x/n$$

$$D(x) = 40x/n + 20$$

として平均利得の推移を求めると図2となる。ここで n は小集団の人数、 x は小集団内のCの人数で、実験的研究でよく用いられるタイプの利得関数である。

図2から、初期状態で $\sigma(x_i) = 0.5$ のときにはCの平均利得がDの平均利得を上回っているが、 $\sigma(x_i)$ が低下して0.2前後になると、Dの平均利得がCの平均利得を上回ることがわかる。一般に小集団間のランダムな移動は、小集団間のCシェアの分散を引き下げるため、ジレンマ回避を困難にすると考えられる。

5.3 選択的移動の効果

Orbell & Dawes (1990) や 林(1993) は 二者 囚人のジレンマゲームについて、選択的な相互作用が行なわれるならばC同士のペアが出来やすくなり、Cの平均利得がDの平均利得を上回る可能性を指摘した。この選択的相互作用の考え方を n 人ジレンマゲーム¹⁰⁾ に拡張したものとして、小集団間の選択的な移動を考えてみよう。

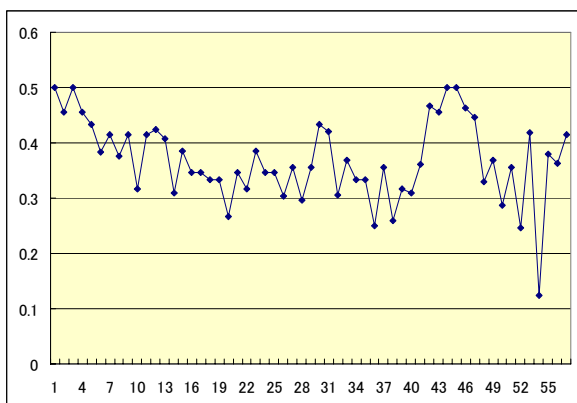


図3 選択的移動時の $\sigma(x_i)$ の変化

図3は図1と同じ初期条件について、ランダムな移動と選択的移動が交互に生じた場合の結果の一例である。選択的移動のルールは

- 1 選択的移動はCプレイヤーのみが行なう
- 2 同じ小集団にDプレイヤーがいるとき、Cプレイヤーは移動を試みる
- 3 移動先は最もCシェアの高い小集団とする

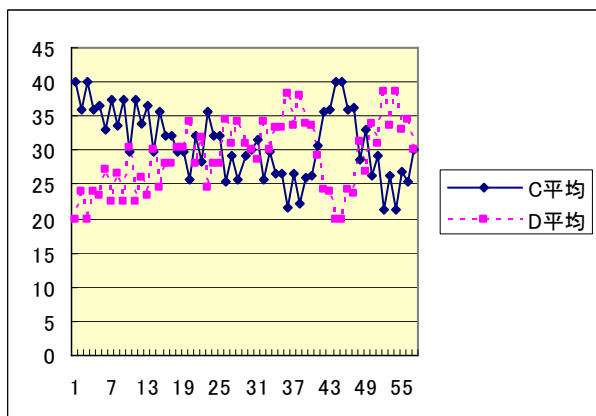


図4 選択的移動時の各戦略の利得

プレイヤー2人をこのルールにしたがって移動させた。

このときのCシェアの標準偏差 $\sigma(x_i)$ の推移を図3に示す。ランダム移動によって減少し

選択的移動は移動の条件や移動先をプレイヤーが選べるような移動である。前節でみたように移動がランダムに生じる場合には、Cプレイヤーが多い小集団がたまたま生じて、高い利得を上げることができても、すぐにDプレイヤーが移動してきてその状態を維持できなくなる。しかし選択的移動が生じる場合には、Cプレイヤーの多い小集団が出来やすくなり、さらにそれが維持されやすくなると期待できる。

の三つで、1回の選択的移動フェイズにつき、もっともCシェアの少ない小集団のC

た $\sigma(x_i)$ が選択的移動によって回復し、おおむね $\sigma(x_i)=0.35$ 前後の水準を維持していることが分かる。このため、Cの平均利得もDの平均利得よりも高い状態かなりの期間維持されている（図4）。

このように、選択的移動が存在する場合には n 人ジレンマ状況でも平均利得のレベルでC行動がD行動よりも得になる場合があることが分かる。

6. 本プロジェクトの課題

5節では、選択的移動が存在する場合には平均利得のレベルでC行動がD行動よりも得になる可能性があることが示された。この場合、C行動の効用をポジティブに評価する効用関数の持ち主の平均適応度が、そうではないプレイヤーの平均適応度よりも高くなるので、C行動をポジティブに評価する心理的メカニズムが遺伝的ダイナミクスによって全体集団中に維持されることになる。言い換えると、4節で考察したA'タイプの間人像は選択的移動を含む選択的相互作用の結果として、存続している可能性がある。

本プロジェクトでは、この可能性について検討することを試みた。検討課題は次の二つである。まず<選択的移動>という戦略自体が存続可能であるかどうかを理論的に検討することを試みた。特に、移動にコストが必要な場合に選択的移動が集団中に維持されるのかどうかという点と、Dプレイヤーが選択的移動を行なう場合にもCプレイヤーの選択的移動が得になるのかどうかという点が解析的方法とコンピュータシミュレーションによる方法で検討された（第2部）。その結果、移動コストがある場合や、Dプレイヤーが選択的移動を行なう場合にもCプレイヤーの選択的移動が存続する場合があることが示された。

次に、選択的移動という現象が実際に見られるのかどうかを実証的に検討することを試みた。もし、選択的移動が見られなければ、選択的移動によるジレンマ回避というシナリオは妥当性を持たないことになる。

本プロジェクトでは、この点について実験室実験と社会調査の二つの方法で検討した。実験室実験では所属集団が変更可能な条件で社会的ジレンマ実験を行なうことによって、所属集団の選択的な変更が見られるかどうかを調べた（第3部）。社会調査では、ホワイトカラー若年層の転職行動を調べることで、現実社会で選択的な移動行動が見られるかどうかを検討した（第4部）。その結果、実験室実験では明瞭に選択的移動が行なわれることが示された。社会調査の結果はそれほど明瞭ではないが、協力的な人ほどよく転職をする傾向がみられた。

本プロジェクトではさらに、社会学的な研究に進化ゲーム理論という方法論を用いることの妥当性についての検討や、社会的ジレンマに関連する様々な関連研究が行なわれた（第5部、第6部）。

【付記】

本研究は、科学研究費補助金基盤研究(B)(1)「秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ」（研究代表者：大浦宏邦、課題番号 14310095）の助成を受けており、その成果の一部であ

る。

【注】

1) 究極要因と至近要因は進化生物学の鍵概念で、生物にある種の行動をとらせたり形質を発現させたりする生理的なメカニズムを至近要因、そのような生理的メカニズムを進化させた環境要因を究極要因という。例えば春になると多くの鳥が巣作りを始めるが、日長の伸びによって性ホルモンの分泌が盛んになることが春期営巣の至近要因、春に繁殖を行うことで十分な子供の成育期間が確保でき、子供が越冬できる確率が最大となることが春期営巣の究極要因である。

秩序問題の文脈では、秩序形成を可能にする心理的なメカニズムが秩序形成の至近要因（2、3節で考察）、そのような心理メカニズムを進化させた環境要因が秩序形成の究極要因（4、5節で考察）に相当する。

2) 2003年4月7日、日本語ページの検索結果

3) プレーヤーが試行錯誤や模倣や最適反応などの学習アルゴリズムにもとづいて戦略を修正することで生じるダイナミクスを学習ダイナミクスという。試行錯誤は、経験的に利得の高い戦略を進んで採用し、利得の低い戦略の採用を差し控えるようになるアルゴリズム、模倣は高い利得を得ているプレーヤーの戦略を進んで採用するアルゴリズム、最適反応は集団中の戦略頻度や対戦相手の戦略採用確率を観察し、それに対し自らの利得が最大になるように戦略を選択するアルゴリズムである。

4) 試行錯誤型、最適反応型の二者学習モデル、模倣型、最適反応型の集団学習モデルにおいては、strict Nash 均衡が学習ダイナミクスの漸近安定状態となる。

なお、モデル内要因のみが働く場合に状態変化が生じない状態を定常状態というが、何らかの原因によって状態のずれが生じた場合の挙動によって定常状態は3通りに分類される。定常状態から多少ずれが生じて、ダイナミクスによってもとの状態に戻ってくるような場合を漸近安定、状態が多少変化した後、ずれがある程度の範囲に収まる場合をリアプノフ安定、少しでも状態がずれるとダイナミクスによってずれがどんどん拡大してしまう場合を不安定という。

5) 本来、このゲームは次のような展開形ゲームである。

| | | | |
|------|------|---------|----------|
| | | (0, 0) | |
| | ／非威嚇 | | |
| [先手] | | (2, -2) | |
| | ＼威嚇 | ／服従 | |
| | | [後手] | |
| | | ＼抵抗 | |
| | | | (-5, -5) |

これを標準形に書き直したものが本文中の利得表である。このゲームは strict Nash 均衡が一つしかない点でチキンゲームとはやや異なるが、Nash 均衡が二つ存在し strict Nash 均衡での利得に非対称が存在する点ではチキンゲームと同じである。

6) 試行錯誤などによる学習の場合、利得が極大の状態に収束することが一般的で、必ずしも利得が最大になるとは限らない。

7) 「熱心」に働くとコスト c がかかる代わりに、各自の利得を b 引き上げることができるとすると、 $b < c$ のとき各プレーヤーは熱心に働く誘因を持たないが、 $Nb - c > 0$ のとき「全員が熱心」の状態がパレート効率的となる。したがって

$$b < c < Nb$$

のとき、職場の状況は N 人囚人のジレンマゲームになる。

8) もちろん、その環境要因がなぜ生じたのか、という問いを発することも可能であるが、「なぜか分からないが A' だ」としか分かっていない場合よりも、「 E という環境要因が存在していれば A' が維持される」ということが分かっている場合の方が不安は軽減されるであろう。

9) 一般に遺伝ダイナミクスは数十世代程度（数百年～千数百年程度）のタイムスケールで戦略頻度の変化をもたらす。過去に存在した A' を有利とする淘汰圧が現在（たとえば産業革命以降）は存在しないとすると、 A' タイプのプレーヤーは最短で数百年で集団から失われる可能性がある。

10) 全体集団の人数を表すときに N 、小集団の人数を表すときに n を用いる。

【文献】

- Axelrod R. 1984. *Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books. (松田裕之訳 1998. 『つきあい方の科学』 ミネルヴァ書房)
- Bonacich P., G.Shure, J.Kahan, R.Meeker 1976. "Cooperation and group size in the n-person prisoner's dilemma." *J.Conflict Resolution* 20:687-706
- Blau Peter M. 1964. *Exchange and Power in Social Life*, New York: John Wiley. (間場寿一・居安正・塩原勉訳、1974. 『交換と権力—社会過程の弁証法社会学』新曜社)
- Dawes R. 1980. "Social Dilemmas" *Annu.Rev.Psychol.*31:169-93
- Harley C.B. 1981. "Learning the evolutionarily stable strategy" *J.theor.Biol.*89:611-33
- 林直保子 1993. 「TIT-FOR-TATからOUT-FOR-TATへ — ネットワーク型囚人のジレンマにおける戦略選手権 —」 『理論と方法』 8:19-32
- Isaac R.M.,J.Walker 1988. "Group size effects in public goods provision: the voluntary contribution mechanism." *Q.J.Econ.*103:179-99
- 石原英樹,金井雅之 2002. 『進化的意思決定』 朝倉書店
- 石原英樹、大浦宏邦、小林盾 2003. 「所属集団を変更できる社会的ジレンマ実験（2） 戦略の抽出と利得」 『第35回数理社会学会大会研究報告要旨集』数理社会学会 20-23
- 神信人、山岸俊男、清成透子 1996. 「双方向依存性と”最小条件集団パラダイム”」 『心理学研究』 67:77-83
- Karp D., N.Jin, T.Yamagishi, H.Shinotsuka 1993. "Raising the Minimum in the Minimal Group Paradigm." *Japanese Journal of Experimental Social Psychology* 32:231-240
- Klandermands B. 1986. "Individual behavior in real life social dilemmas: a theory and some reserch results." *Experimental Social Dilemmas*, ed.Wilke,Messick Rutte,pp.87-111. Frankfurt:Verlag Peter Lang
- Kollock P. 1998. "SOCIAL DILEMMAS:The Anatomy of Cooperation" *Annu.Rev.Sociol.*24:183-214.
- Komorita S.S., J.Sweeney, D.A.Kravits. 1980. "Cooperative choice in the n-person dilemma situation." *J.Pers.Soc.Psychol.*38:504-16
- Komorita S.S.,C.D. Parks 1995 "Interpersonal relations:mixed-motive interaction." *Annu. Rev. Psychol.* 46:183-207
- Komorita S.S., C.W. Lapworth 1982. "Cooperative choice among individuals versus groups in an n-person dilemma situation." *J.Pers.Soc.Psychol.*42:487-96
- Kramer R.M.,M.B.Brewer 1984 "Effects of group identity on resource use in a simulated commons dilemma." *J.Pers.Soc.Psychol.*46:1044-56
- 久慈利武 1991. 「秩序問題への個人主義的アプローチ」 『秩序問題と社会的ジレンマ』盛山和夫・海野道郎編 ハーベスト社
- Liebrand W.B.G. 1984. "The effect of social motives,communication and group size on behavior in an n-person multi-stage mixed-motive game." *Eur.J.Soc.Psychol.*14:239-64
- Nowak M., K.Sigmund 1993. "A Strategy of Win-stay, Lose-shift that Outperforms Tit-For-Tat in the Prisoner's Dilemma Game." *Nature* 364:56-8
- Orbell J.,R.Dawes, A.Kragt 1990. "The limits of multilateral promising." *Ethics* 100:616-27
- 鬼塚尚子 2000. 「市民参加のジレンマ — 市民組織の選挙活動におけるフリーライダーの発生 —」 『選挙研究』 15:139-151
- 大浦宏邦 1996. 「霊長類における群れの成立メカニズムについて」 『理論と方法』 11:129-44
- 2001. 「進化ゲーム理論の理論的射程」 『帝京社会学』 14:105-131
- 2003. 「農耕戦略の進化モデル 生産のジレンマとその回避」 『帝京社会学』 16:97-120
- Parsons T. 1937. *The Structure of Social Action: A Study in Social Theory with Special Reference to a Group of Recent European Writers*, New York: McGraw-Hill.(稲上毅、厚東洋輔訳 1974-1989 『社会的行為の構造』

木鐸社.)

Price G.R. 1970. "Selection and Covariance" *Nature* 227:520-521.

左古輝人 1998. 『秩序問題の解明』 法政大学出版

盛山和夫 1991. 「秩序問題の問いの構造」 『秩序問題と社会的ジレンマ』 盛山和夫・海野道郎編 ハーベ
スト社

盛山和夫 1995. 『制度論の構図』 創文社

Sell J., R.K. Wilson 1991. "Levels of Information and contributions to public goods." *Soc.Forces* 70:107-24

Tajfel H. 1970. "Experiments in intergroup discrimination." *Scientific American* 223:96-102

Voss T., 1985. *Rationale Akteure und Soziale Institutionen: Beitrag zu einer endogenen Theorie des Sozialen
Tauschs.*, R.Oldenburger Verlag.

山岸俊男 2000. 『社会的ジレンマ』 PHP 新書

— 2002. 「社会的ジレンマ研究の新しい動向」 今井晴雄、岡田章（編）『ゲーム理論の新展開』 頸
草書房

Wilson, D.S. 1998. "Hunting, Sharing, and Multilevel Selection." *Current Anthropology* 31:73-97

【謝辞】

本論文の『理論と方法』からの転載にあたり、数理社会学会編集委員会より許可を頂きました。

Evolutionary Game Theoretical Approach for Order Problem

Hirokuni Oura

Department of Economy

Teikyo University

359 Otsuka, Hachioji-city, Tokyo 192-0395, Japan

In this paper, I examine how to approach for Order Problem by evolutionary game theory.

From the viewpoint of game theory, order phenomenon observed in human society can be classified into three types. They are order phenomenon of coordination game type, chicken game type and social dilemma avoidance type. It is most difficult type to explain social dilemma avoidance type.

As for the social dilemma avoidance, research on proximate factors which bring a state of cooperation in the N-person prisoner dilemma game (NPD) is proceeding. But, research on the ultimate factor which makes the evolution of these proximate factors possible is insufficient. Evolutionary game theoretical approach has possibility to explain the ultimate factor of the NPD avoidance by development of n-person selective interaction type evolutionary game model as the expansion of usual models.

Such approach can supplement the previous approaches for order problem.

Key words: Order problem, Social dilemma, Evolutionary game theory, Selective interaction model.

社会的ジレンマ問題への学際的接近

小山 友介 小林 盾
(東京工業大学) (シカゴ大学)
藤山 英樹 針原 素子
(獨協大学) (東京大学)
谷口 尚子 大浦 宏邦
(帝京大学) (帝京大学)

【要旨】

本論文では、社会的ジレンマ問題が現実には解決されている方法として、「プレイヤーが集団間を移動する」「ゲームをプレイする相手を選ぶ」効果を検討した。検討にあたって、数理モデルで示された集団間を移動する協力的な戦略が進化論的に生存可能な領域があることを示した後、その可能性を被験者実験と被験者への質問紙調査で管理された環境下での実際の人間行動を調べ、社会調査で実際の社会における人間行動を調べる、という3つの質的に異なるアプローチによる学際的接近を試みた。実験および社会調査データを分析した結果、数理モデルによる理論的予測で示された、「協力率が低い空間では逃げだし、協力的な空間を求める」戦略に近い行動をとる被験者（および回答者）の示すパフォーマンスは（最も高くはないが）高いことがわかった。

キーワード: 社会的ジレンマ, フリーライダー問題, 選択的プレイ, 実験, 転職

1. はじめに:学際的接近

平成14年度-16年度科学研究費補助金(基盤研究B)「秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ」(研究代表者 大浦 宏邦)は、秩序問題(社会的ジレンマ問題)について、被験者実験・被験者への質問紙調査・社会調査・数理モデル・計算機実験等のさまざまな手法を用いて探索することを目的としている。特に、(問題を含みつつも)実際の社会でジレンマが解決されているのは「社会内に複数のグループがあり、グループ間で移動可能なことが影響しているのでは」との仮説のもと、「グループ間で移動可能な複数小グループ条件下での、小グループへの所属戦略(所属変更戦略),行動戦略」について研究を進めた。本稿では、その研究の概要を報告する。

今回の研究で、われわれは複数の手法による学際的な接近を試みた。それは、1) 進化ゲーム理論に基づく理論(数理)モデル, 2) 被験者実験による接近, 3) 社会調査による接近, の3つである。各研究アプローチは、社会的ジレンマ問題に関する抽象的な議論から具体的な議論までのグラデーション上に位置している。

加えて、各アプローチにおいても新しい試みがなされている。

- ・ 理論モデルでは計算が困難な複雑な場合において、計算機実験で検証する。

- ・ 被験者実験は実験経済学的手続きに厳格に従うが、実験の前後に被験者に質問紙に回答してもらい、実験結果と被験者の回答の双方から被験者の意志決定に接近する。
- ・ 社会調査で用いた質問紙には被験者実験で用いた質問が含まれており、同種の心理傾向を持つ人の社会での行動（転職）を調べた。また、調査でもっとも回答して欲しい層（20代から40代の男性）のデータを集中して集めるため、社会調査ではあまり行われていないWEB調査を実験的に行った⁽¹⁾。

2. 社会的ジレンマ問題の概要とわれわれの仮説

利害関係者全員の利益を最大化させる方法（社会的合理性）と個人の利益を最大化させる方法（個人的合理性）が一致しない状態は社会内に多数存在する。この状態は「社会的ジレンマ(Social Dilemma:以下SDと略記)状態」と呼ばれている（盛山他（1991））。

2.1 定式化

Dawes(1980)に従ってSDゲームを定式化しよう。N人ゲームにおいて、各プレイヤーは二つの選択肢、C（協力）とD（非協力）を持っている。1回のゲームでプレイヤーが得る利得は、自分の選択と他のプレイヤーのうちで協力を選択した人数に依存する。協力者がm人のときの協力を選択したプレイヤーの利得をC(m)、非協力を選択したプレイヤーの利得をD(m)とする。このとき、1) $D(m) > C(m+1)$ かつ2) $D(0) < C(N)$ を満たすゲームを社会的ジレンマゲームと呼ぶ。N=2のとき、SDは有名な囚人のジレンマ(Prisoner's Dilemma:以下PDと略記)と同じ結果となる。SDはPDをN>3のケースまで拡張したものである。

1)から、「自分は非協力を選択する」ことが支配戦略となる。2)から、社会的には望ましい（パレート優位な状態）があるにもかかわらず、全員が自分の利益を最大化する行動をとった結果、その状態が達成されない（ジレンマ状態）であることがわかる。

囚人のジレンマは1) 同じゲームを2人が無限回繰り返し、かつ2)2回目以降の利益の評価率（現在価値への割引率）が十分大きいとき、相手への制裁（あるゲームで相手がDを選択したとき、次回以降にDを選択することで相手の利得を減少させる行動⁽²⁾）が有効である。しかし、SDでは、1) 裏切った相手が判別できないことがある、2) 制裁のためにDを選択することは、他のCを選択している人にとってはD選択者が一人増えただけになる。裏切った相手が判別可能でも、その人だけを制裁出来ないことが多い。

2.2 解決可能性

自己利益の最大化だけを目指す人が集まった状態では、SDのジレンマが解決されることはない。しかし、現実にはSD状態でも協力が崩壊してしまわない状況は多数ある。PDでのさまざまな知見から、われわれは「選択的プレイ」に注目した。

選択的プレイはOrbell and Dawes(1993)や林(1993)によって提示された概念で、それぞれのゲームプレイヤーがゲームの相手を探せるという状況下では、「C戦略者が他のC戦略者と高い確率でプレイする」ため、C戦略が有効となりうるというものである。SDでも同様に、

Dを選択するプレイヤーを避けてCを選択するプレイヤーが集まる可能性がある。

われわれは数理モデルと実験でSDにおける選択的プレイによるジレンマ解決の可能性を検討した。質問紙調査では、現実での選択的プレイに近い状況として、転職に関する質問を行った。

3. 数理モデルによる接近

数理モデルで選択的プレイの可能性を評価基準として、進化的アプローチを採用する。これは、現在の戦略シェアをもとにそれぞれの戦略の平均利得を計算して、「平均以上(以下)の利得をあげている戦略はシェアを拡大(縮小)する」と考えるものである。この基準で、協力的な戦略が非協力的な戦略より平均利得が上回る可能性があるかを調べる。

一般にSD状況における集団間の移動の存在は、協力を選択するに不利であることが知られているが(Wilson(1975)), 条件付移動と応報的要素を考えた戦略(離脱応報戦略)では、協力を選択する戦略が有利になる場合がある。

離脱応報戦略(Escapeing Triger 戦略もしくは Escaping TFT 戦略: 以下 ET 戦略)を以下に定義する:

1. 最初のプレイではCを採る
2. 同じ集団にDを採る者がいると次のプレイではDを採る
3. 同じ集団にDがいる時に移動の機会があると他の集団に移動する
4. 移動後の最初のプレイではCを採る

一方、移動型非協力戦略(Moving Deviation 戦略: 以下 MD 戦略)を「常にDを採り、同じ集団に(自分以外の)Dがいる時に移動の機会があると他の集団に移動する戦略」と定義する。以下、ET戦略がMD戦略の侵入を進化的に阻止できる(ET戦略の平均利得がMD戦略の平均利得を上回る)場合があるかを調べる。

n 人の集団が m 個存在し、各集団で以下に示す資源提供ゲームを行なっている状況を考える。各人は b の価値を持つ資源を集団に提供する/提供しないを決定する。資源を提供する人数が x 人のときの提供者の利得関数を $C(x) = \frac{f(x)}{n}$, 非提供者の利得関数を

$D(x) = \frac{f(x)}{n} + b$ とする。 $f(x)$ は x の増加関数で、 $f(0) = 0, f(n) > nb$ を満たす。

資源提供ゲームを $T \geq 1$ 回行なうと集団を移動する機会が訪れ、希望すれば所属集団を変更できるものとする。移動には $\xi \geq 1$ のコストがかかるとする。

プレイヤーが全員ET戦略であるならば、全員が毎回 $f(n)/n$ の利得を獲得して移動は発生しない。誰か一人が戦略をMDに変更したときの、MDの利得 $u(MD)$ とETの利得 $u(ET)$ を比較してみよう。

MDの現れた集団では初回MDがDを採りETがCを採るが、その後の回ではMDもETもDを採り、移動機会が訪れると全員が他の集団に移動する。ここまでのMDの利得とMDと同じ集団のETの利得 $u_1(ET)$ を考えると、

$$u(MD) = \frac{f(n-1)}{n} + b + (T-1)b - \xi$$

$$\begin{aligned} u_1(ET) &= \frac{f(n-1)}{n} + b + (T-1)b - \xi \\ &= u(MD) - b \end{aligned}$$

となる。この間、MD がない集団では ET が C を採り続け移動も発生しない。MD がない集団の ET の利得を $u_2(ET)$ とすると $u_2(ET) = T \frac{f(n)}{n}$ である。ここで ET の平均利得を $u(ET)$ とすると、

$$u(ET) = \frac{(n-1)u_1(ET) + n(m-1)u_2(ET)}{nm-1}$$

である。 $u(ET) > u(MD)$ となる条件を求めると次のようになる。

$$(f(n) - nb)T + n\xi > \frac{f(n-1) + (n-1)b}{m-1}$$

これより、 T, ξ が十分に大きいときは MD は ET に侵入できないことが分かる。実験で用いた条件 $n=4, m=4, b=20, f(3)=120, f(4)=160$ を用いて計算してみると、 $20T + \xi > 35$ より $\xi > -20T + 35$ となる。

これより、 $u(ET) > u(MD)$ となる領域が存在することがわかる⁽³⁾。

移動機会後は集団の人数が変化するが、 m が十分に大きい場合にはこの影響は小さいので、式に近ければ ET は MD の侵入を阻止できると考えられる。

以上は ET に MD が一人侵入する場合の分析であるが、シミュレーションによる研究では MD が複数侵入する場合でも侵入人数が多くない場合には MD の侵入が阻止されるという結果が得られている（小山他 2003）。また、固定型非協力戦略（Fix Deviation）を考えても ET は FD の侵入を阻止できることを示すことができる。

このように ET 戦略は非協力的な戦略の侵入を阻止して、条件付移動と協力行動を維持する性能を持っていることが分かる。このことは選択的プレーパラダイムによるジレンマ回避が NPD の場合にも理論的には可能であることを示す結果である。

では、実際に人々は ET 戦略に類似した戦略を採用しているのであろうか。数理モデルで仮定した ET 戦略をそのまま実験や調査環境に当てはめるには極端であるので、"ET 戦略的要素"として以下の項目を検討対象とする。

1. 初対面の相手（グループ）に対しての、協力選択率は全体の平均より高いこと。
2. 自分の協力選択率は、他の人々の協力選択率の増加関数であること。すなわち、周囲が協力的であるほど、自分も協力的に振る舞うこと。
3. 自分の移動選択率は、他の人々の協力選択率の減少関数であること。すなわち、周囲が非協力的であるほど、移動する確率が高まること。

4. 実験による接近⁽⁴⁾

4.1 概要

実験環境として、1 台のサーバマシンと被験者数と同数のクライアントマシンからなる LAN を構築した。実験は 16 台ないし 17 台のクライアントマシンとサーバがつながれ、専用に開発された CGI を用いて行う。被験者数は 16 人か 17 人で、実験条件によって異なる。実験中の時間単位にはラウンドとフェイズがあり、ラウンドがより大きな時間単位である。実験は 10 ラウンド行われ、1 ラウンドは 5 回の寄付フェイズと 1 回の移動フェイズから構成されている（最終ラウンドは寄付フェイズのみで終了）。被験者は各フェイズで質の異なる意志決定を行う。実験中に被験者が得た利益は円表記で表示され、実験終了後に被験者は同額の謝金を受け取る（図 1）。

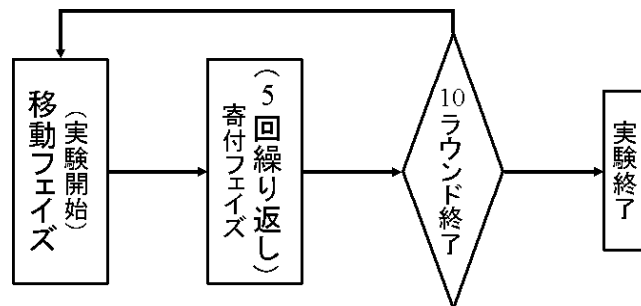


図 1 実験の流れ

(1) 寄付フェイズ

被験者は A から D のいずれかのグループに属している。寄付フェイズは、所属グループ内で社会的ジレンマゲームを行う。

フェイズの初めに、全被験者はゲームマスターから 20 円受け取る。被験者は 20 円をグループに全額寄付するか、自分の手元に残すかを決定する。被験者が意志決定時に参照できる情報は、1)各グループの所属人数、2)直前寄付フェイズの自分の利益、3)所属グループで前回に寄付した／しなかった人数、4)前回の移動フェイズから直前の寄付フェイズまでの各グループの公共財価値の推移、の 4 種類である。

グループに寄付されたお金はプールされ、グループ全員が価値を享受できる公共財に変換される。グループ各人にとっての公共財の価値は、以下に示すルールに従って計算される。1 回の寄付フェイズでそれぞれの被験者が手にする利益は、手元に残した金額 (20 円か 0 円) と公共財の価値の合計である。

公共財の価値決定ルール：グループの人数を n 人、グループ内で寄付した人数を m 人とするとき、公共財の価値 v (円) は、 $k \frac{20m}{n}$ (円) とする。 k はグループ人数 n によって変化し、 $n=1$ の時は $k=1$ 、 $n=2$ の時は $k=1.5$ 、 n が 3 以上では $k=2$ とする⁽⁵⁾。

(2) 移動フェイズ

被験者は決められた金額を払えば任意のグループに移動してもよい。払った金額は受取報酬からマイナスされる。被験者が参照可能な情報は、寄付フェイズの情報に加えて、各グループの直前ラウンドの平均公共財価値がある。被験者が移動しない実験条件では、「ラウンド終了」画面を表示して移動フェイズがある条件と同じだけの情報を被験者に示す。

4.2 実験環境

(1) 実験条件

移動コストが異なる 2 ケースと、対照群として移動コストがゼロの場合、実験中の移動が無い場合の 2 ケース、合計 4 ケースの実験を行った。被験者数は、移動コストが発生するケースでは 17 人（実験開始時には 5 人グループが 1 つと 4 人グループが 3 つ）、移動コストが発生しないケースでは 16 人（各グループ 4 人ずつ）とした（表 1）。

表 1 実験条件

| | 移動コスト | 人数 |
|---------|-------|------|
| 移動なし | - | 16 人 |
| 移動コスト高 | 50 円 | 17 人 |
| 移動コスト低 | 20 円 | 17 人 |
| 移動コストゼロ | なし | 17 人 |

実験は 2004 年 6 月に関東の A 大学で行った。被験者は校内に掲示を出す方法で集めた。そのため、被験者は全員大学生である。実験日と実験条件は表 2 の通りである。実験は計 8 回行った。実験ごとに被験者は全て入れ替えたため、実験参加者の総計は 148 人である。

表 2 実験日と実験条件

| | 1 回目 | 2 回目 | 3 回目 |
|------|------|------|------|
| 6/14 | 高 | 低 | |
| 6/16 | 高 | 無 | 低 |
| 6/18 | 無 | ゼロ | ゼロ |

(2) 質問紙

被験者には実験の前後に質問紙に回答してもらった。事前質問紙では、「他人への一般的信頼」「公共心」「集団へのロイヤリティ」などのいくつかの心理的属性を測る質問に回答してもらった。質問への回答は評定法を用い、被験者は質問に対して 5 段階ないし 7 段階の選択肢から一つを選んでもらった。事後質問紙では、被験者の行動を分析する際の資料となるような、実験中に何を意識して行動したのかについての質問に回答してもらった。

4.3 実験結果:被験者意志決定のロジスティック回帰分析

実験中の状況に応じて被験者の意志決定は変化するが、ここでは 1)自分が今回意志決定するまでの過去の実験中の結果、2)被験者の心理的性向、の 2 種類の影響の元に意志決定がなされているものと考え、意志決定に各要素が与える影響の大きさを評価する。評価方法としては、ロジスティック回帰分析を採用した⁽⁶⁾。

(1) 説明変数

回帰分析をするにあたって、被験者が回答した質問紙から、実験中の意志決定に関係しそうな「ねばり強さ (0.72)」「一般的信頼 (0.75)」「利益優先 (0.81)」「応報的協力促進 (0.71)」の 4 つの潜在変数を作成した（カッコ内はクロンバックの α 係数）。その後、被験者の寄付行動および移動行動の意志決定に対して、実験条件を示すダミー変数、実験中の状況変数、潜在変数を説明変数に用いてロジスティック回帰分析を行った。用いた変数一覧を、表 3 に示す。

表3 説明変数リスト

| 種類 | 内容 |
|----------------|-----------------------------------|
| 潜在変数 | 先述の4項目 |
| 属性変数 | 実験条件, 性別, 年齢 |
| 寄付フェイズ環境 | グループ人数, ラウンド数 これまでの平均利得, フェイズ数 |
| 寄付フェイズ中に変化する変数 | 前回選択, 前回グループ寄付率 ラウンド内利得和 |

今期の寄付フェイズ（移動フェイズ）で寄付（移動）するを1、寄付（移動）しないを0とし、これらの変数からステップワイズ法⁽⁸⁾を用いて統計的に有意な変数を選択した⁽⁹⁾。

(2) 寄付フェイズ

前回協力率と前回の本人の選択を説明変数候補に加えるため、各ラウンドの2回目から5回目の寄付フェイズに対してロジスティック回帰を行う(N=5040)。結果を表4に示す。実験環境ダミーで移動コスト20円が1%有意、移動無しが10%有意だった。移動コスト50円と移動コストゼロの間の有意差は発見できなかった。加えて、グループ人数の効果は有意にマイナスだった。

表4 寄付フェイズ（基準：移動コストゼロ）

| 変数名 | 係数 | オッズ比 |
|---------|-----------|------|
| 定数項 | 0.019 | - |
| 20円ダミー | -0.33*** | 0.67 |
| 移動なしダミー | -0.15* | 0.86 |
| 前回選択 | 0.61*** | 1.85 |
| 前回協力率 | 1.56*** | 4.77 |
| グループ人数 | -0.10*** | 0.87 |
| ねばり強さ | -0.031*** | 0.97 |
| 利益優先 | -0.12*** | 0.88 |
| 欧法的協力促進 | 0.10*** | 1.11 |

注目すべきは、前回のグループの協力選択率が高いほど、自分の選択が寄付であるほど、今回も寄付をする確率が高まることである。「前回自分も寄付したし、グループの寄付率も高い→今回も自分は寄付するし、グループの寄付率も高い」という好循環、「前回自分は寄付しなかったし、グループの寄付率も低い→今回自分は寄付しないし、グループの寄付率も低い」という悪循環が発生しやすいことがわかる。

心理尺度項目では、自己利益を優先する人は寄付選択率が下がり、応報的な協力促進を願う人では寄付選択率が上がるということが確認できる。しかし、他の二つよりは影響力の大きさは小さいが、ねばり強く努力する心理傾向の人が寄付選択率が下がってしまうことが興味深い。

(3) 移動フェイズ

被験者がグループを移動する条件を調べた結果が表5である(N=892)。移動コストが高まるほど移動確率が下がるという自然な結果が出ている。加えて、直前フェイズの寄付選択率が高いほど、移動しなくなるのも自然な結果である。興味深いのは、利益を優先する傾向がある被験者は移動確率が下がることである。

表5 移動フェイズ（基準：移動コストゼロ）

| 変数名 | 係数 | オッズ比 |
|--------|----------|------|
| 定数項 | 1.77*** | |
| 50円ダミー | -2.16*** | 0.12 |
| 20円ダミー | -1.52*** | 0.22 |
| 前回協力率 | -0.87*** | 0.42 |
| 利益優先 | -0.046** | 0.96 |

(4) 実験結果まとめ

実験結果のロジスティック回帰分析から、1)周囲の協力率が高いと、本人の協力傾向が高くなる。2)周囲の協力率が低いと、移動率が高くなる、3)応報的な協力促進傾向が強い被験者は協力率が高まるという結果が得られた。これらの結果から、被験者の行動原理にET的傾向があることが確認できるだろう⁽¹¹⁾。

また、利益優先傾向が高い被験者は協力率が低くなる⁽¹²⁾だけでなく、実験条件をコントロールしてもなお移動率が下がることがわかった。この知見は、次に示す社会調査の結果とも整合的である。

5. 社会調査による接近⁽¹³⁾

社会的ジレンマが発生している状況のうち、現実に調査が可能な例を挙げるのは、実際にはかなり難しい。環境問題のように関連する人が極端に多かったり、時間とともに調査対象を取り巻く環境が変化してしまい主効果が何かわからなくなったりするからである。このような問題を含んでいることを認めた上で、われわれは「職場でのフリーライダー問題と転職」の関係を一つの例とみなし、転職経験の有無についてロジスティック回帰分析を行った。

5.1 職場でのフリーライダー問題

フリーライダー問題は「他人が生み出した公共的な価値（公共財）に自分は無償でただ乗りする」ことを指す。実験で用いた関数（公共財価値関数）が典型例である。しかし、職場はさまざまな業務が複雑に交錯しており、「誰がフリーライドしているか」を客観的に判定するのは（経験的、感覚的には自明であることも多いが）難しい。

ここでは、「役割分担が不明瞭で、誰かが何となく貢献することで職場が円滑に回っている仕事」が（公共財の定義である）「非排除性」と「非競合性」を満足しているものとみなし、「職場公共財」として定義する。また、「周囲の期待水準以下しか職場公共財を提供していない」ことをフリーライドとして定義する。

フリーライド傾向をはかる具体的な質問としては、「面倒なことでも進んでやる（逆転）」「後輩の面倒を見る（逆転）」「分担したことはなるべく避ける」「同僚が熱心なら手を抜く」「個人の利益より集団の利益」を用いる。

5.2 被験者と説明変数

データは、「転職に関する意識調査」で、全国に居住する30代・40代の男性ホワイトカラー労働者から得た。実施は2004年3月上旬、回答数は810人（回収率51%）。

回答者は、平均38.9歳（標準偏差5.5歳）、勤続年数は平均11.9年（標準偏差7.4年）、既婚者が70.9%、中・高卒が18.5%、短大・高専・専門学校卒が13.9%、大卒が57.8%、院卒が9.5%であった。

内訳は、産業別だと建設7.5%、製造28.1%、卸・小売・飲食8.0%、金融・保険5.2%、不動産1.9%、運輸・通信7.5%、サービス19.9%、公務員11.2%と、多岐にわたる。

職業別では、経営・役員3.7%、個人事業主・店主0.7%、経営・事務企画5.8%、営業・販売事務18.3%、基礎研究・技術研究1.4%、技術開発・設計17.0%、商品企画・開発2.6%、購買・仕入0.5%、製造・生産・品質管理6.5%、調査・広告・宣伝1.9%、情報処理（システム）13.1%、物流・配送2.2%、広報・編集0.4%、人事・総務・経理7.8%となる。組織の規模別では、99人以下が37.0%、100人から999人までが28.8%、1000人以上が32.8%を占める。

説明変数としては年齢、学歴（大卒以上／その他）といった回答者の属性項目に加えて、質問から「フリーライダー（0.59）」「応報性（0.60）」「モチベーション（0.68）」「コミットメント（0.66）」の4つの潜在変数を作成した。また、統制変数として、転職経験を調べる時に過去の職場満足、転職意図には現在の職場満足を用いる（5点法）。

5.3 分析結果

表6に結果を示す。フリーライダー傾向の影響がマイナス（転職率が下がる）、応報性の影響がプラス（転職率が上がる）と、実験結果と整合的な結果が得られた。加えて、同僚のやる気の影響がマイナス（やる気が高いほど転職率が下がる）であることも、これまでの議論と整合的である。

表6 転職経験に関するロジスティック回帰

| 変数名 | 係数 | オッズ比 |
|-------------|----------|------|
| 定数項 | 0.14 | |
| 大卒ダミー | -0.71*** | 0.49 |
| 過去の年収（万円） | 0.00*** | 1.0 |
| フリーライダー | -0.45** | 0.64 |
| 応報性 | 0.12 | 1.13 |
| モチベーション | 0.59*** | 1.80 |
| コミットメント | -0.31** | 0.73 |
| 職場満足・勤務時間 | 0.19* | 1.21 |
| 職場満足・仕事内容 | -0.13 | 0.88 |
| 職場満足・上司との関係 | 0.04 | 1.04 |
| 職場満足・同僚のやる気 | -0.31** | 0.73 |
| 職場満足・業界の将来性 | 0.05 | 1.05 |
| 職場満足・研修機会 | -0.49*** | 0.61 |
| 職場満足・評価 | -0.04 | 0.96 |
| 職場満足・通勤時間 | 0.36** | 1.43 |
| 職場満足・昇進見込み | -0.16 | 0.85 |

転職の結果を見るために、フリーライダーと非フリーライダーの間での年収変化と現在の

職場満足度を比較する。全員をフリーライドの度合いが高いグループと低いグループに中間値で分割して、「フリーライダー度の低い転職者(Non-freeride Switcher:NS)」「フリーライダー度の低い非転職者(Non-freeride Non-switcher:NN)」「フリーライダー度の高い転職者(Freeride Switcher:FS)」「フリーライダー度の高い非転職者(Freeride Non-switcher:FN)」に分ける。年収変化では、転職者は転職後にどれだけ年収が増加したか、非転職者では5年前⁽¹⁶⁾からの変化を回答してもらった。

比較の結果、4タイプのうち「フリーライダー度の低い転職者」は、年収変化と満足度ともに、もっとも高かった(表7)。年収では36.2万円上昇し(全体の平均23.4万円)、満足度では5点法で3.28であった(平均は2.99)。タイプ間の差は有意でない場合もあるが、傾向は見られるだろう。少なくとも、「フリーライダー度の低い転職者」が社会的に不利である証拠はみられない。

表7 転職による年収変化・満足度

| | 年収の変化 | | | 現在職場の満足度 | | |
|----|--------|--------|-----|----------|------|-----|
| | Av. | S.D. | N | Av. | S.D. | N |
| NS | 36.19 | 180.55 | 193 | 3.28 | 1.13 | 200 |
| NN | 32.00 | 102.40 | 197 | 3.01 | 1.09 | 203 |
| FN | -11.52 | 143.91 | 128 | 3.05 | 1.15 | 133 |
| FS | 24.62 | 99.36 | 261 | 2.75 | 0.98 | 274 |
| 全体 | 23.41 | 135.83 | 779 | 2.99 | 1.09 | 810 |

5.4 社会調査まとめ

今回の結果から、フリーライダー傾向が高いと転職しないこと、応報性が高いと転職しやすいこと、が明らかになった。また、フリーライダー度の低い転職者が社会的にみて不利ではないことが見られた。

6. 結論

6.1 ET 戦略の有効性

これまでの議論で、実験という管理された環境でも、転職といった実際の社会状況での行動でも、被験者・回答者にET戦略的要素が存在することが明らかとなった。

また、社会調査の結果から、非フリーライダー的転職者が必ずしも社会的に不利を被っては居ないことが示唆された。山岸(1998)でも指摘されているように、他人を信用して協力的な態度を取る人間は他の人から利用される「頭の悪いお人好し」では決して無く、社会的にもしっかりと適応できていることが示唆された。実験と社会調査からの弱い示唆ではあるが、ET戦略が数理モデルの中だけでなく、実際にもそれなりに有効であると言えるだろう。

実際の転職ではさまざまなリスクが存在している。ET戦略は協力的行動にフリーライドされるリスクだけでなく、移動先に待ち受けるリスクをも引き受けなくてはならない。人間の能力的個人差を考慮に加えると、ET戦略的要素を持つ人は、「協力的態度を取った結果、少々周囲にフリーライドされても平気なぐらい能力の高い人」であるのかもしれない。

6.2 社会の構成員の多様性と社会の安定性

今回の一連の研究で明らかになったのは、ET 戦略的要素が人間に存在することだけではない。当然のことながら、MD 戦略的要素も、それ以外の要素も同じく人間に存在している。重要なのは、それらの人々が集まった社会内に、少なくとも社会が破綻して「万人の万人に対する闘争状態」に陥らない程度には ET 的戦略要素（もしくは協力的要素）が満たされていることである。

本稿で議論してきたような、被験者・回答者の持つさまざまな価値観やさまざまな状況への反応は、それぞれの人が社会環境に適応してきた結果形成された（すなわち「社会化」された）ものであると考えられる。人が生まれた段階では、社会は既に存在している。社会の新規参加者は現在の社会に適応的であるように社会化される。この連鎖によって社会的ジレンマは何とか回避されており、そういった社会化される価値観・反応の候補の一つとして、ET 戦略的要素は有力であろう。

【注】

- (1) 調査会社を利用した WEB 調査の利点は、1)データの回収が早い：質問文を確定してから 10 日前後、2)特定層だけのデータを集めやすい：特に回収率が低い 30 代から 40 代の男性データを集めやすい、といった利点がある。ただし、1)データが調査会社の回答者がプールに依存する、2)回答者がインターネット利用者に限られるため、職業や学歴構成にバイアスが生じる、といった問題点もある。
- (2) トリガー戦略（相手が一度でも D を選択した場合、次回以降に自分も D を選択することで、相手の利益を下げる）がその代表例。
- (3) $T \geq 2$ の場合、任意の $\xi > 0$ で $u(ET) > u(MD)$ 。
- (4) ここで挙げた分析の詳細は、小山他 (2004) を参照。
- (5) 人数が少ないところでは寄付の見返りを小さくすることで、実験中に被験者が 3 人以上のグループで行動しようとするインセンティブを与えるようにした。
- (6) 紙数の関係もあり、実験の全体的な結果は省略する。社会的ジレンマ実験でよく見られる傾向である、1) 社会的ジレンマゲームを繰り返すにつれて、協力選択率（このゲームでは寄付選択率）は徐々に低下する、2) しかし、一度ゲームの進行を止めて「もう一回始める」とアナウンスすると、それだけで協力選択率が回復する（リフレッシュ効果）、3) ゲーム参加者の規模が大きくなるにつれて、協力選択率が低下する（グループ人数効果）の 3 つの効果（Thaler1992）は確認されている。このことは実験手続きが正当で、実験がうまくいったことの傍証となるだろう。
- (7) 山岸(1998)で用いられた潜在変数。
- (8) 変数 ENTRY, STAY 基準はともに 10%とした。
- (9) 回帰分析にあたって、グループ内の人数が 2 人以下の事例は分析データから削除した。そのため、データ数が単純な人数 x ラウンド数になっていない箇所がある。
- (10) *が 10%, **が 5%, ***が 1%有意である。以下同様。
- (11) 本稿では省略したが、前回までの結果が存在しないラウンド最初の寄付フェイズでも、応報性が高い被験者は有意に協力率が高い、という結果が得られている。
- (12) さらに言えば、ラウンド最初の寄付フェイズの協力率も有意に低くなる。
- (13) ここで挙げた分析の詳細は、小林他(2004)を参照。
- (14) ここでの転職は、「出向」や「転籍」を含まない。厳密に別の組織へと職場を変更した場合のみを転職とみなす。
- (15) やや余談となるが、コミットメントの影響がマイナス、モチベーションの影響がプラスであることは、「職場へのロイヤリティ」と「仕事へのロイヤリティ」が全く別種のものであることを示しており、通俗的な日本の経営に関する議論とは異なる結果で興味深い。
- (16) パイロット調査での転職者の転職後経過年数の中間値。
- (17) このリスクの一部を、実験では移動コストとして表現した。

【文献】

- 盛山和夫・海野道郎（編）．1991．『秩序問題と社会的ジレンマ』ハーベスト社
- 小林盾・大浦宏邦・谷口尚子．2004．「転職と職場のフリーライダー問題：転職に関する意識調査(1)」『第38回 数理社会学会大会 研究報告要旨集』42-45.
- 林直保子．1993．「TIT-FOR-TAT から OUT-FOR-TAT へ：ネットワーク型囚人のジレンマによる戦略選手権」『理論と方法』19-32.
- 小山友介・大浦宏邦．2003．「所属集団を変更できる社会的ジレンマモデルの計算機実験」『シミュレーション&ゲーミング』169-178.
- 小山友介・神山英紀・藤山英樹・小林盾・針原素子・大浦宏邦．2004．「移動可能な社会的ジレンマ実験における被験者の行動原理」『日本シミュレーション&ゲーミング学会 2004 年秋季大会 アブストラクト集』
- R. Dawes. 1980. Social Dilemmas. *Annual Reviews of Psychology*. 169-93.
- 山岸俊男．1998．『信頼の構造』東京大学出版会，
- Thaler, R. 1992. *The Winner's Curse ---Paradoxes and Anomalies of Economic Life*. Princeton University Press.
篠原勝訳, 『市場と感情の経済学』, ダイヤモンド社, 1998.
- Wilson, Edward O. 1975. *Sociobiology : the new synthesis*. Belknap Press of Harvard University Press

【謝辞】

本原稿は「オペレーションズ・リサーチ」, Vol.13 No.2 169-178, 2003 に掲載されたものを, 研究会での合意をもとに一部用語(実験中の各場面の用語, 戦略の用語)を報告書に合わせて統一したものである. 掲載を許可して頂いた, 日本オペレーション&リサーチ学会に感謝する.

第2部

数理モデルとシミュレーション

移動可能な N 人囚人のジレンマにおける協力の進化

— 移動コストと関係の長期性の効果 —

金井 雅之・小林 盾・大浦 宏邦
(山形大学)・(シカゴ大学)・(帝京大学)

【要旨】

選択的相互作用のある繰り返し N 人囚人のジレンマゲームにおいて、プレイヤーの移動戦略を明示的に考えたときに、協力的戦略が進化するための条件を分析した。

まず、非協力的戦略が支配的であるときに協力的戦略が侵入できるためには、移動コストが一定以上あることが本質的に重要である。これは、協力的戦略同士の恣意的なペアリングや集団の不均等分裂といったこれまでの解決策とはちがった、移動するかどうかの選択という行為者のマイクロなプロセスから導出された新しい解決策と位置づけることができる。

つぎに、協力的戦略が支配的であるときに非協力的戦略の侵入を防ぐためには、第一義的には関係の長期性が重要であるが、その条件が十分満たされない場合でも、移動コストがある程度あれば非協力戦略の侵入を防げる。さらに、この移動コストの効果は、社会的ジレンマ状況における協力のメリットが小さいほど相対的に重要性を増す。これは、従来知られていた条件に付け加えることによって、協力の進化をさらに容易にする新しい条件として、移動コストが位置づけられることを意味する。

キーワード: 社会的ジレンマ, N 人囚人のジレンマ, 選択的相互作用, 移動戦略, 移動コスト

1. はじめに

社会的ジレンマ、すなわち個人が合理的に相互行為した結果が社会的にみて必ずしも最適なものではない状況、をめぐっては、理論・実験・調査等の方法によって多くの研究が積み重ねられてきた¹⁾。

このうち理論的研究において注目されてきた論点のひとつに、選択的相互作用の問題がある。選択的相互作用とは、ゲームにおける相互作用が、集団のすべての構成員のあいだで均等におこなわれるわけではない状況一般を指す。相互作用範囲の偏りを定式化するモデルは理論的には多様に考えうる。たとえば、2人囚人のジレンマゲームにおける社会的に望ましい結果の実現可能性について、ゲームの繰り返し、および各ゲームにおける利得の大小によって集団における戦略シェアが時間とともに変化していくという進化論的な観点を取り入れて分析した R. Axelrod (1984) は、相互作用の偏りをつぎのように定式化した。すなわち、協力的戦略が協力的戦略と対戦する確率が、その時点での集団全体での2つの戦略のシェアに基づくのではなく、特別に設定した高い確率をとる、という仮定である。この仮定をおくことにより、彼は非協力的戦略が支配的な場合に協力的戦略が侵入できることを理論的に示した。

選択的相互作用の発生メカニズムをもう少し具体的に定式化したモデルが、多水準選択モデルである²⁾。これは、戦略シェアの時間変化を考える全体集団（以下では「人口集団」と

よぶ)が、いくつかの部分集団(以下ではたんに「集団」とよぶ)に分かれていて、個々のプレイヤーの相互作用範囲は各集団内に限られるという、部分集合構造を仮定するものである。この場合、何らかの理由で協力的戦略の比率の高い集団が存在すれば、協力的戦略同士の相互作用の機会が増える。非協力的戦略同士が相互作用するよりも協力戦略同士が相互作用したほうが高い利得を得るという社会的ジレンマ状況の特性より、人口集団全体で見たとときに協力的戦略の平均的利得が非協力的戦略の平均的利得を上回ることがありうる。

ここで、集団を比較的恒常的な実体と考え、集団同士の選択過程を進化的に考える議論が、進化生物学におけるいわゆる群淘汰論である。群淘汰論をめぐっては進化生物学内部で一連の論争があり、現在では集団を単純に選択の単位と考える素朴な群淘汰論は否定されている。これに対して、個体の集団への帰属関係を時間とともに変化しうるものと考え、集団構造による相互作用の偏りを個体の適応度に影響を与える重要な要因のひとつとして考慮するモデルが、D. S. Wilson らの離合集散モデルである(Wilson and Sober (1994), Wilson (1998)など)。これは、集団が定期的に解散して新しい集団が再編成されると想定するもので、これによって集団の再編成がない場合よりは集団間での協力的戦略のシェアのばらつきが維持されるため、選択的相互作用による協力的戦略の優位性が人口集団全体で見ても確保されるという議論である。たとえば Wilson (1975) は、この新しい集団への再編成の仕方として、たとえ個体の集団への帰属がまったくランダムに決まる場合でも、集団間の適応度の差の影響が個体間の適応度の差の影響を上回り、協力的戦略が進化できる可能性があることを示した。また金井(2000)は、厳密な離合集散モデルではないが、集団が定期的に分裂するという仮定をおいたときに、分裂後の集団における協力的戦略のシェアがばらつくほど協力的戦略が進化しやすいことを示した。

しかし、これらのモデルの問題点は、集団の再編成をもっぱらマクロな視点からとらえていて、個々のプレイヤーのマイクロな選択の結果とは考えていない点である。実際の社会現象、たとえば企業組織における個々の構成員の協力的行動の成立メカニズムを考える場合は、人びとの意思と独立に企業が定期的に解散したり分裂したりすると想定するよりも、転職するかしないかという個々人の意思決定の集積として、企業の構成員の変化や存亡を考えるほうが有益であろう³⁾。

このように、集団の(漸次的)再編成というマクロな現象を個々のプレイヤーの所属集団から移動するかしないかというマイクロな選択の集積として理解するためには、移動するかしないかという選択を個々人の戦略の要素として明示的に組み込むことが必要となる。すでに繰り返し2人囚人のジレンマゲームにおいては、TIT-FOR-TATを基本としつつ非協力的な相手とそれ以降の相互作用を避けるOUT-FOR-TAT戦略の有効性が知られている(林(1993), Hayashi and Yamagishi (1998))。

そこで本稿では、選択的相互作用のある繰り返し N 人囚人のジレンマゲームにおいて、移動戦略を明示的に考えたときに、協力的戦略が進化するための条件を探っていくことにする。この問題を考察するにあたっては、本来戦略空間全体での戦略の時間変化を分析するのがよいことは言うまでもないが、戦略空間の次元が大きくなることや集団の再構成のメカニズム(あるいは移動先の選択)が確率的であること等により、モデルの自由度が大きくなりすぎ

て解析的研究が容易ではない．そこで本稿では進化的ダイナミクスの出発点としての戦略の局所的安定性，すなわちある戦略が支配的であるときの他の戦略の侵入可能性に絞って，考察を進める．

2. モデル

2.1 N 人囚人のジレンマ

本稿で分析するのは，各集団内で社会的ジレンマが起こっている状況である．個々人の採りうる戦略を協力戦略（C），非協力戦略（D）の2つとし，集団の人数を n (≥ 1)，戦略 C を採用している人数を n_c ($0 \leq n_c \leq n$) とする．戦略 C，D の利得は，いずれも集団内で戦略 C を採用している人の数によって決まるとし，利得関数をそれぞれ $C(n_c)$ ， $D(n_c)$ とする．このとき，集団内で社会的ジレンマが起こっている，すなわちこのゲームが N 人囚人のジレンマゲームであるのは，つぎの2条件が満たされるときである（Dawes（1980））．

$$(1) \quad D(n_c) > C(n_c + 1),$$

$$(2) \quad C(n) > D(0).$$

この条件を満たすゲームとして，本稿ではつぎのような「資源提供ゲーム」 G_1 を考えよう．集団の個人はある量 b (> 0) の資源を提供する（戦略 C）かしない（戦略 D）かの意思決定をする．提供された資源は集団中で合計され，それにある倍率 λ ($1 < \lambda < n$) をかけたものが集団の構成員に均等に分配されるというゲームである⁴⁾．このとき，各戦略の利得関数は

$$C(n_c) = \frac{\lambda b n_c}{n}, \quad D(n_c) = \frac{\lambda b n_c}{n} + b \tag{1}$$

となる．

2.2 選択的相互作用と移動に関する仮定

つぎに，本稿では選択的相互作用モデルを考えるために， n 人から構成される集団が全部で m (≥ 1) 個存在する人口集団を仮定する（図 1）．ここで人口集団は戦略シェアの変動を考える際の基準となるものであるが，資源提供ゲーム G_1 自体は各集団内でおこなわれる．

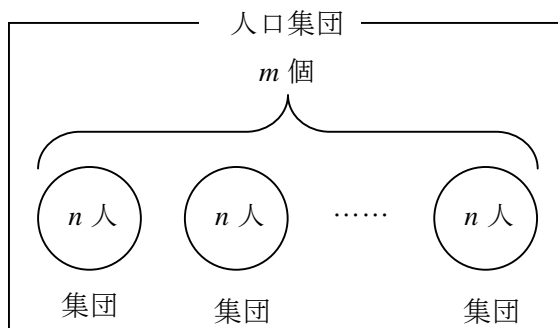


図 1 集団と人口集団

さらに、本稿では各個人の自発的移動による集団構造の漸次的再編成を考慮するため、移動に関するつぎの仮定をおく。すなわち、 G_1 を $T(\geq 1)$ 回繰り返すごとに、すべての集団のすべての構成員に一律に移動の機会が訪れるとする。逆に言うと、 T 回分の間は各集団の構成員は固定されているので、個人の利得計算においては T 回を単位とみることができる。

移動機会に実際に移動するかどうかは各個人の判断によるが、一般に移動にはコストがともなうと考えるのが自然である。そこでこのコストを $\xi(\geq 0)$ としよう。資源提供ゲーム G_1 を T 回繰り返し、移動機会に移動した場合には移動コスト ξ を負担する、というゲームを、「繰り返し資源提供ゲーム」 G_2 とよぶことにする。以後本稿では、各集団内でおこなわれる G_2 における利得の相対的大小に応じて人口集団における戦略のシェアが変動していく、という進化ゲームを考える。

2.3 戦略

繰り返し資源提供ゲーム G_2 における戦略は、2つの要素の組み合わせから定義できる。

第一に、各ステージの G_1 における行為選択を決める戦略（行動戦略）である。ここでは繰り返し囚人のジレンマゲームにおけるこれまでの研究に依拠して、「トリガー戦略」（T）および「非協力戦略」（D）の2つを考えよう。「トリガー戦略」とは、各 G_2 における初回の G_1 においては協力戦略C、2回目以降の G_1 においては、それ以前の任意の回の G_1 において（ G_1 における）非協力戦略Dをとった個人が1人でもいる場合はD、そうでなければCをとる戦略である。「非協力戦略」とは、すべての G_1 においてDをとる戦略である。

第二に、移動機会に移動するかどうかを決める戦略（移動戦略）である。ここでは、「移動戦略」（M）および「固定戦略」（F）の2つを考える。「移動戦略」とは、 G_2 を構成する任意の G_1 においてDをとった個人が1人でもいれば移動し、そうでなければ移動しない戦略である。「固定戦略」とは、いかなる場合でも移動しない戦略である。

各個人において、行動戦略と移動戦略は独立に考えることができるので、 G_2 における戦略は、行動戦略と移動戦略の組み合わせからなる計4つを想定できる。すなわち、「移動型トリガー戦略」（MT）、「移動型非協力戦略」（MD）、「固定型トリガー戦略」（FT）、「固定型非協力戦略」（FD）である。

表1 繰り返し資源提供ゲーム G_2 における4つの戦略

| | トリガー | 非協力 |
|----|--------------|-------------|
| 移動 | 移動型トリガー (MT) | 移動型非協力 (MD) |
| 固定 | 固定型トリガー (FT) | 固定型非協力 (FD) |

3. 戦略の局所的安定性

繰り返し資源提供ゲーム G_2 における4つの戦略の局所的安定性を分析しよう。

戦略の局所的安定性分析とは、ある戦略（既存戦略）が人口集団中のシェアの全体を占めている中にきわめて少数の他の戦略（侵入戦略）が生じたときに、その戦略が人口集団中でシェアを増やしていけるかどうかを判定するものである。一般に既存戦略を x 、侵入戦略を

y , 人口集団全体での戦略 s の平均利得を $u(s)$ としたとき, $u(x) > u(y)$ であれば y は x に侵入できず (x による均衡は安定), $u(y) > u(x)$ であれば y は x に侵入できる (x による均衡は不安定). なお, ここでは侵入戦略は単一の種類であるとする.

G_2 には 4 つの戦略があるため, 既存戦略と侵入戦略の組み合わせは全部で 12 通りある. ここではいくつかの例を示す.

たとえば, 既存戦略が移動型トリガー (MT), 侵入戦略が移動型非協力 (MD) の場合を考えよう. 侵入戦略がごく少数出現するという仮定を具体的に定式化するために, ある 1 つの集団に 1 人の移動型非協力戦略が現れたとしよう.

このとき, 侵入戦略である移動型非協力戦略の人口集団中での平均利得は, この戦略が現れた集団におけるこの戦略の平均利得に等しいから,

$$\begin{aligned} u(MD) &= D(n-1) + (T-1)D(0) - \xi \\ &= \lambda b \frac{n-1}{n} + Tb - \xi \end{aligned}$$

である.

一方, 既存戦略である移動型トリガー戦略については, 侵入戦略が現れた集団における平均利得

$$\begin{aligned} u_1(MT) &= C(n-1) + (T-1)D(0) - \xi \\ &= \lambda b \frac{n-1}{n} + Tb - b - \xi \end{aligned}$$

および, それ以外の集団における平均利得

$$u_2(MT) = T \cdot C(n) = \lambda b T$$

より, 人口集団全体での平均利得は

$$u(MT) = \frac{(n-1)u_1(MT) + n(m-1)u_2(MT)}{nm-1}$$

となる.

よって, 移動型非協力戦略が移動型トリガー戦略に侵入できないための条件 $u(MT) > u(MD)$ は

$$(\lambda-1)nbT + n\xi > (n-1)\lambda b + \frac{n-1}{m-1}b \quad (2)$$

となることである.

侵入戦略が極めて少数であるという仮定より, 集団の人数 n および集団の数 m が十分に大きい場合には ($n \rightarrow \infty, m \rightarrow \infty$), 式(2)は

$$\begin{aligned} &(\lambda-1)bT + \xi > \lambda b \\ \Leftrightarrow T &> \frac{\lambda}{\lambda-1} - \frac{\xi}{(\lambda-1)b} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\Leftrightarrow \xi > \lambda b - (\lambda-1)bT \quad (4)$$

となる (記号 \Leftrightarrow は必要十分条件を表す). すなわち, 侵入戦略が極めて少数である場合, (3)もしくは(4)が成り立つときかつそのときに限り, 移動型非協力戦略は移動型トリガー戦

略に侵入できない。つまり、移動型トリガー戦略が移動型非協力戦略に対して安定である。

つぎに、既存戦略が移動型非協力 (MD)，侵入戦略が移動型トリガー (MT) の場合を考えよう。先と同様に、ある1つの集団に1人の移動型トリガー戦略が現れたとすると、 $u(MD) > u(MT)$ となるのは

$$\lambda - m\lambda + nm - 1 > 0 \tag{5}$$

のときである。先と同様に侵入戦略が極めて少数であると仮定すると、式(5)の左辺は1となり、式(5)は常に成り立つ。すなわち、常に $u(MD) > u(MT)$ が成り立つことになり、移動型トリガー戦略はいかなる場合でも移動型非協力戦略に侵入できない。

さらに、既存戦略が移動型トリガー (MT)，侵入戦略が固定型トリガー (FT) の場合を考えてみよう。集団中のすべての個人がトリガー戦略を採用している場合、移動戦略を採用している個人がいても実際には移動は起こらないから、常に $u(MT) = u(FT)$ 。すなわち、移動型トリガー戦略は固定型トリガー戦略に対して中立安定である。

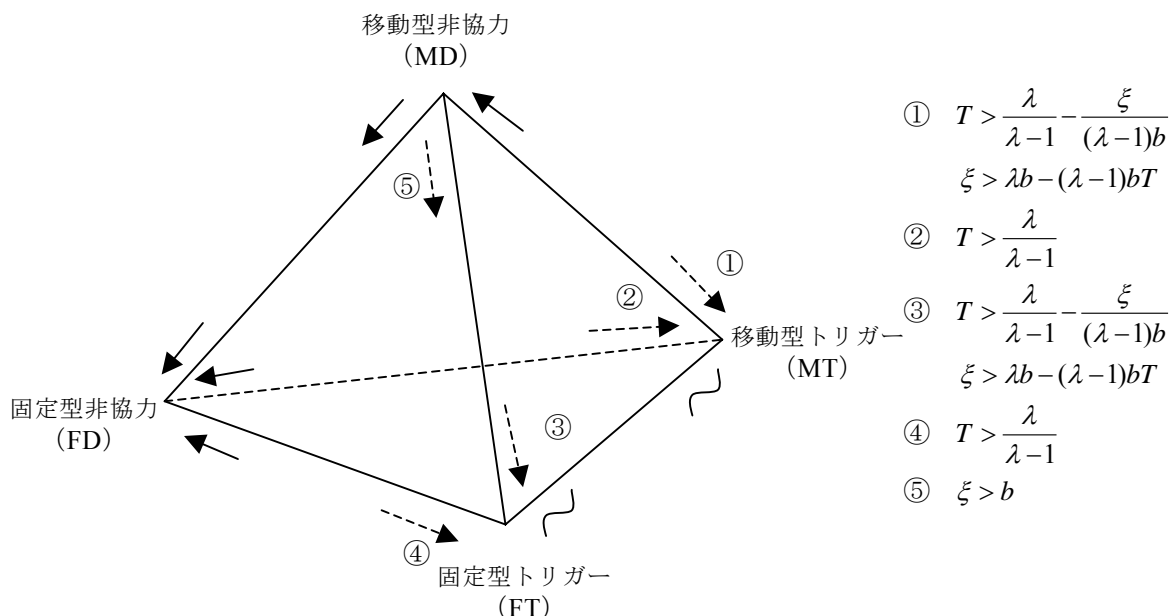


図2 繰り返し資源提供ゲーム G_2 における戦略の局所的安定性

以上のような計算を、12通りの既存戦略と侵入戦略の組み合わせについておこなった結果をまとめたのが図2である。

実線の矢印は、無条件で状態がその方向に遷移していくことを示す。たとえば、移動型非協力 (MD) には移動型トリガー (MT) は常に侵入できないので、図の MD と MT を結ぶ辺の MD 近傍では、MT から MD に向かう方向に状態が遷移する。逆に、移動型非協力 (MD) には固定型非協力 (FD) が常に侵入できるので、図の MD と FD を結ぶ辺の MD 近傍では、MD から FD に向かう方向に状態が遷移する。

波線は、その戦略がその方向に中立安定であることを示す。具体的には、移動型トリガー (MT) と固定型トリガー (FT) は、相互に中立安定である。

破線の矢印は、ある条件を満たした場合に状態がその方向に遷移していくことを示す。た

たとえば、移動型トリガー（MT）に移動型非協力（MD）が侵入できないのは、先の式(3)もしくは(4)を満たすときであるから、図の MT と MD を結ぶ辺の MT 近傍では、この条件を満たすときに限り状態が MT 方向に遷移する (①)。こうした条件付きの状態遷移は全部で 5 つあり、図 2 ではそれぞれの条件を右に示した。

4. 協力的戦略の進化における移動の効果

図 2 で示した各戦略の局所的安定性より、この 4 つの戦略によって構成される戦略空間における状態の時間的推移がある程度推測できる。

まず目につく特徴としては、固定型非協力戦略に向かう力がやはり大きいことが挙げられる。これは Axcelrod 以来指摘されている、非協力的戦略が支配的なときに協力的戦略が侵入することの困難さを、改めて再認識させる結果である。しかし、本稿のモデルの目的は、移動という戦略要素を加えることによって、この非協力へ向かう傾向に何らかの歯止め、もしくは（たとえ一時的にであれ）擾乱を引き起こすことができるかどうかを検討することにある。

そこで以下では、移動に関する 2 つのパラメータ、すなわち移動機会 (T) と移動コスト (ξ) に着目して、これらのパラメータの存在もしくは値の大小が戦略空間の状態遷移にどのような影響を与えるかを分析していく。

なお、移動機会 T の大小は、集団における関係の長期性、もしくは固定性を示すことに注意しよう。もちろん本稿のモデルでは、 T はあくまでも移動機会であるにすぎず、実際に移動するかどうかは各個人の選択に任されている。しかし、少なくとも T 回は移動したくてもできないという意味で、 T は同じ相手との関係を強制する最低限の制約である。その意味でパラメータ T は、繰り返し 2 人囚人のジレンマモデルにおける未来係数に相当するものとみなすことができる⁵⁾。

4.1 非協力が支配的なときに協力が侵入する際の移動の効果

まず、人口集団内で非協力的戦略が支配的であるときに協力的戦略が侵入しようとした場合を考えよう。

先に確認したように、固定型非協力戦略に対しては、移動型・固定型を問わずトリガー戦略は侵入できない。しかし、移動型非協力戦略 (MD) に対しては、固定型トリガー戦略 (FT) が侵入できる可能性がある (図 2 の破線の矢印⑤)。その条件は

$$u(FT) > u(MD) \Leftrightarrow \xi > b \quad (6)$$

すなわち移動コストが提供資源よりも大きいことである。このことの意味は、つぎの 2 つの点にまとめられる。

第一に、もしこの条件が満たされなければ、すなわち移動コストが提供資源よりも小さいか、そもそも存在しなければ、移動型非協力戦略に固定型トリガー戦略は侵入できない。条件の如何にかかわらず、移動型非協力戦略に移動型トリガー戦略は侵入できないし、固定型非協力戦略にトリガー戦略は侵入できないから、条件(6)が満たされないときには、非協力的

戦略に協力的戦略が侵入できる可能性はまったくない。つまり、移動コストがある程度以上存在することは、囚人のジレンマ状況において非協力均衡から脱出する際にきわめて重要な役割を果たしうる。

第二に、式(6)に T が含まれていないことからわかるように、移動型非協力戦略に固定型トリガー戦略が侵入するにあたって、移動機会 T すなわち関係の長期性は影響を及ぼさない。

このことは、第一にこれまでの繰り返し 2 人囚人のジレンマゲームにおける知見と整合性をもつと解釈することができる。すなわち、全面裏切り戦略と TIT-FOR-TAT 戦略からなる繰り返し 2 人囚人のジレンマにおいて、全面裏切りが支配的であるときに TIT-FOR-TAT 戦略は未来係数の値にかかわらず侵入できないという結果 (Axelrod (1984)) と相応している。つまり、協力的戦略が非協力的戦略の侵入を防ぐ際には関係の長期性が有効に作用するが、非協力的戦略に協力的戦略が侵入しようとする際には関係の長期性は有効な手段となりえないということである。

しかし、式(6)に T が含まれていないことの意味はこれだけではない。本稿のモデルにおいては、そのように関係の長期性が非協力均衡からの脱出に直接効果をもたないことを確認しつつも、別の方法による脱出の可能性を明らかにしているからである。すなわち式(6)は、たとえ $T=1$ 、すなわち同じ集団でのゲームの繰り返しがなく、1 回ごとに移動の機会が訪れる場合であっても、移動コストが提供資源よりも大きくさえあれば、固定型の協力的戦略が移動型の非協力的戦略に侵入できるということを積極的に意味するのである⁶⁾。

ちなみに、この場合移動コストが効果をもつのは、比較されているのが移動型非協力戦略と固定型トリガー戦略であるから、すなわち移動コストを負担するのは非協力戦略のみだからである。今の場合固定型トリガー戦略はごく少数の侵入戦略と仮定されているから、そのようにほぼ全員が移動をおこなっているときに、トリガー戦略だけ移動コストがかからないと想定することの是非をめぐっては若干の疑義があることは否めまい。しかし、選択的相互作用と移動コストの存在による非協力均衡からの脱出の可能性を理論的に示したことは、協力的戦略同士が対戦する確率の人為的操作という Axelrod の解決や、集団の離合集散や不均等な分裂というマクロなメカニズムのみを想定する従来の選択的相互作用モデルとは異なる、重要な論点として位置づけられるだろう。

4.2 協力が支配的などときに非協力の侵入を防ぐ際の移動の効果

つぎに、人口集団内で協力的戦略が支配的であるときに非協力的戦略が侵入しようとした場合を考えよう。

協力的戦略に非協力的戦略が侵入するのは全部で 4 通り考えられるが、それらにおいて非協力的戦略の侵入を防ぐための条件は、つぎの 2 つに集約される。

$$u(MT), u(FT) > u(MD) \Leftrightarrow T > \frac{\lambda}{\lambda-1} - \frac{\xi}{(\lambda-1)b} \quad (7)$$

$$u(MT), u(FT) > u(FD) \Leftrightarrow T > \frac{\lambda}{\lambda-1} \quad (8)$$

すなわち、移動型非協力戦略の侵入を防ぐための条件(7)と、固定型非協力戦略の侵入を防ぐ

ための条件(8)である。この2つの条件から考えられる移動の効果は、つぎの3点にまとめられる。

第一に、4.1 でみた非協力的戦略に協力的戦略が侵入する場合と対照的に、協力的戦略が非協力的戦略の侵入を防ぐ際には、関係の長期性 (T) が重要な役割を果たす。すなわち、

$T > \frac{\lambda}{\lambda-1}$ ならば、移動コストの有無にかかわらず、非協力的戦略は協力的戦略に侵入できない。

このことは、協力的戦略が均衡になるためには未来係数の大きさが重要であるというこれまでの繰り返し2人囚人のジレンマゲームにおける知見と整合的である。

第二に、にもかかわらず移動コストが意味をもつのは、関係の長期性が十分でないときである。 $T < \frac{\lambda}{\lambda-1}$ のとき、移動コストの存在は移動型非協力戦略の侵入を阻止することに効果を発揮する。このように、コストをともなう移動を仮定することは、協力的均衡の頑健性を多少強める働きをするといえる。

第三に、移動コストが効果を発揮するかどうかを決める $\frac{\lambda}{\lambda-1}$ という値は、ある意味をもっている。 λ ($1 < \lambda < n$) とは、資源提供ゲーム G_1 において集団の構成員が提供した資源の総量の価値を高める倍率であった。 λ が大きくなるほど、資源を提供することの(集団全体での)メリットは高くなる。すなわち協力のメリットが増す。 $\frac{\lambda}{\lambda-1}$ は λ が小さいほど大きくなるから、 λ が小さい、すなわち協力のメリットが小さいほど、移動コストの重要性が相対的に大きくなるといえる。

5. まとめと今後の課題

本稿では、集団間で移動可能な N 人囚人のジレンマにおいて協力的戦略が進化していくための条件を、戦略の局所的安定性の観点から分析してきた。その際、移動に関する仮定がどのように影響を与えるかに特に注目した。主な知見は以下の通りである。

まず、非協力的戦略が支配的であるときに協力的戦略が侵入できるためには、移動コストが一定以上あることが本質的に重要である。この場合、先行研究でも示唆されていたように、たんに選択的相互作用(人口集団内の集団構造による関係の固定化)があるだけでは不十分なのであって、移動コストという形で非協力的戦略に選択的に不利益を課すことが、協力的戦略の侵入の可能性を与えていた。これは、協力的戦略同士の恣意的なペアリングや集団の不均等分裂といったこれまでの解決策とはちがった、移動するかどうかの選択という行為者のマイクロなプロセスから導出された新しい解決策と位置づけることができる。

つぎに、協力的戦略が支配的であるときに非協力的戦略の侵入を防ぐためには、第一義的にはこれまでの研究で指摘されていたように関係の長期性が重要であるが、その条件が十分満たされない場合でも、移動コストがある程度あれば、(移動型)非協力戦略の侵入を防げる。さらに、この移動コストの効果は、社会的ジレンマ状況における協力のメリットが小さ

いほど相対的に重要性を増す。このように、移動を個人の選択として明示的に考慮し、さらにそれには一定のコストがかかると仮定することによって、従来の研究で指摘されていたよりも協力的戦略の進化にとって有利に働くメカニズムを見つける糸口を見出せたといえよう。

なお、今回のモデルにおいては、非協力的戦略に協力的戦略が侵入する場面においても、協力的戦略が非協力的戦略の侵入を阻止する場面においても、固定型非協力戦略と比較して移動型非協力戦略のパフォーマンスが悪くなる傾向が見られた。一般に、移動を許すモデルにおいて、移動型非協力戦略は移動型トリガー戦略への対抗戦略とみなすことができる。なぜなら、ある集団から移動型トリガー戦略が離脱したときに非協力戦略がその集団に残るよりも（固定型）、他の協力的戦略の比率の高い集団に移動したほうが（移動型）平均利得が高くなるかもしれないからである。今回の結果は、局所的安定性という限られた状況に限定されているとはいえ、移動型非協力戦略のこうした優位性が必ずしも成り立たない場合があることを示しており、移動することのメリットが協力的戦略と非協力的戦略では異なる可能性があることを示唆していると考えられる。

最後に、今回の研究をさらに発展させるためには、つぎのような方向性が重要になるだろう。第一に、今回のモデルでは各集団の人数 (n) と人口集団における集団の数 (m) が十分に大きいと仮定した。しかし、実際の社会現象ではこれらはそんなに大きくない有限な値をとることが普通であるから、そうした場合の分析が必要である。第二に、それとも関係するが、局所的安定性の理論は一般にプレイヤーや集団の数が十分大きい場合を想定したものであって、その条件が満たされない場合は局所でない状態の遷移、つまり状態空間全体のダイナミクスを細かく見ていくことが必要になる。その際は、少なくとも移動先の選択に関する仮定を明示的に考慮に入れなければならないであろうし、遺伝型よりは学習型のダイナミクスを仮定したほうがより適切であろう。第三に、今回のモデルでは資源提供ゲーム G_1 の利得関数 $C(n_c)$ および $D(n_c)$ を、集団内で戦略 C を採用している人の数 n_c について線形と仮定した（式 (1)）。しかし、（Dawes の 2 条件を満たす範囲で）利得関数が非線形である場合に今回の知見が成り立つかどうか、検討する必要があるだろう。

【注】

- (1) 平成 14 年度～16 年度科学研究費補助金（基盤研究 B）「秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ」（研究代表者：大浦宏邦）では、社会的ジレンマについてこうしたさまざまな角度から学際的に研究を積み重ねてきた。プロジェクトの概要と主要な成果については、たとえば小山他（2004）を参照。
- (2) 進化ゲーム理論における多水準選択モデルの概要と理論的課題については、たとえば金井（2003）を参照。
- (3) もちろん、現実の企業の再編が従業員の意思と独立に（つまり経営陣の判断等によって）おこなわれることがないわけではなく、むしろそういう事例は多い。しかし、ここで問題にしているのは、企業組織内部における構成員の自発的協力的行動を誘発するための条件であり、そのためには企業の再編をフリーライダーに対する対抗策としての自発的移動という個々人のマイクロな戦略に関連づけたほうが分析上有意義である、という趣旨である。
- (4) ここで $\lambda > 1$ なる条件は Dawes の条件(1)に、 $\lambda < n$ なる条件は条件(2)にそれぞれ対応する。
- (5) 繰り返し 2 人囚人のジレンマの利得の大小に依拠して人口集団中での戦略シェアの変動を考えていくという Axelrod 以来のランダムマッチングモデルは、各集団の構成員が 2 人に限られる特殊な離合集散モデルと解釈することもできる。ランダムマッチングモデルでは、2 人のプレイヤーが人口集団中で

ランダムにペアを組んで、一定回数（もしくは確率的に定められる回数） N のゲームを繰り返す。ゲームの回数が N に達するまで、プレイヤーは特定の（1人の）プレイヤーを相手にゲームを繰り返し、それ以外のプレイヤーと相互作用することはない（=2人の構成員からなる集団内に限定された選択的相互作用）。そしてゲームが N 回に達したとき、すべてのプレイヤーはランダムに新しい相手を探して新しいペアを組む。これは、一旦すべての群が解散してランダムに新しい群を決めるという離合集散の特殊な場合に他ならない。

- (6) もちろん $T > 1$ （関係が長期）であっても、移動コストがその条件を満たせば固定型トリガー戦略は移動型非協力戦略に侵入できる。

【文献】

- Axelrod, R. 1984. *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books. =1987. 松田裕之（訳）『つきあい方の科学』HBJ 出版局。
- Dawes, R. M. 1980. "Social Dilemmas." *Annual Review of Psychology* 31:169-93.
- 林直保子. 1993. 「TIT-FOR-TAT から OUT-FOR-TAT へーネットワーク型囚人のジレンマにおける戦略選手権一」『理論と方法』8(1):19-32.
- Hayashi, Nahoko and Toshio Yamagishi. 1998. "Selective play: Choosing partners in an uncertain world," *Personality and Social Psychology Review*. 2, 276-89.
- 金井雅之. 2000. 「多水準淘汰による協力の進化」東京大学大学院博士論文。
- 金井雅之. 2003. 「進化ゲームにおける選択的相互作用モデルの意義と課題」『理論と方法』18(2):153-67.
- 小山友介・小林盾・藤山英樹・針原素子・谷口尚子・大浦宏邦. 2004. 「社会的ジレンマ問題への学際的接近」『オペレーションズ・リサーチ』49(12):733-40
- Wilson, D. S. 1975. "A Theory of Group Selection." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 72:143-46.
- . 1998. "Hunting, Sharing, and Multilevel Selection." *Current Anthropology* 31:73-97.
- Wilson, D. S., and E. Sober. 1994. "Reintroducing Group Selection to the Human Behavioral Science." *Behavioral and Brain Sciences* 17:585-654.

【謝辞】

本稿のモデルの作成および改良にあたっては、平成14年度～16年度科学研究費補助金（基盤研究B）「秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ」（研究代表者：大浦宏邦）においておこなわれた研究会や研究合宿における議論が大いに役立ちました。特に小山友介氏および七條達弘氏には多くのことを学ばせていただきました。

囚人のジレンマゲームにおける移動コストと協力の進化

七條 達弘
(大阪府立大学)

【要旨】

囚人のジレンマゲームにおいて、パートナーの変更という要素を取り入れたモデルを検討する。パートナー変更に伴うコストが、ある程度高い場合には、協力状態が維持できることを示す。さらに、学習の進化が早い場合は、非協力状態を初期状態としても、協力が進化する事を示す。

キーワード：囚人のジレンマゲーム、社会的ジレンマ

1. 囚人のジレンマゲームの先行研究

囚人のジレンマゲームは、社会的ジレンマを表現する最も単純なゲームとして、多くの研究がなされてきた。ここでは、簡単に、囚人のジレンマゲームの先行研究について紹介する。

C と D の二つの選択肢があり、以下の利得行列に従う 2 人ゲームを考える。

| | C | D |
|---|------|------|
| C | R, R | S, T |
| D | T, S | P, P |

ここで、利得は、 $T > R > P > S$ 、 $2R > T + S$ であるとする。この条件をみたすとき、このゲームは囚人のジレンマゲームとよばれる。このゲームでは、選択肢 D を出すのが（強）支配戦略であり、互いに D を出す状態が唯一のナッシュ均衡であるが、この均衡状態パレート効率的でないことから、社会的ジレンマを表現していると考えられる。

Axelrod (1984) は、このゲームを繰り返し同じ相手と行う、繰り返し囚人のジレンマゲームを考察し、割引率 δ が十分に大きければ、協力状態が維持可能であることを示した。具体的には、「相手が C を取り続ける限り C を選択するが、一度でも相手が D を出すと、D を出し続ける」というトリガー戦略を考え、これが、 $\delta > (T - R) / (T - P)$ であれば、安定戦略であることを示した。D をとり続ける非協力戦略は、常に進化的に安定な戦略であるため、このことは、協力状態の発生を示しているとはいえないが、協力状態の維持について興味深い示唆を与えている。

2. 移動があるモデル

前節の先行研究では、同じ相手と常に対戦を繰り返す状況を考えていた。しかし、選択の余地なく、同じ相手と対戦し続ける状態は、かならずしも現実的ではない。たとえば、相手が D を出した場合には、パートナーを変えて、別の相手とゲームを行うとしても不思議ではない。そこで、本論文では、パートナー変更という形で移動が行われる場合について考察する。この節のモデルでは、次の仮定をおく。

- 1、 パートナーの変更は常に行う事ができる
- 2、 パートナーの片方がパートナーの変更を希望した場合は、両者が新しいパートナーを見つけてグループを作らなければならない
- 3、 母集団のサイズが大きいために、新しいパートナーをすぐに発見できる
- 4、 新しいパートナーの形成は、ランダムに行われ、人口に比例して、新しいパートナーのタイプが決定する。

戦略としては次の4つのみを考察する。

FD 固定非協力戦略（移動を行わず常に D を出す戦略）

FT 固定トリガー戦略（移動を行わず通常のトリガー戦略を行う戦略）

MD 移動非協力戦略（毎回移動を行い、常に D を出す戦略）

MT 移動トリガー戦略（相手が D を出すとすぐに移動し、常に C を出す戦略）

移動非協力戦略(MD)は、「毎回移動する」と定義されているが、これとは、ことなる移動戦略の定義として、「相手が D を出した場合に移動を行う」という戦略を考えることも可能である。常に D を出す非協力戦略の場合、どちらの定義の移動戦略の利得が高いか考察する。固定非協力戦略(FD)と対戦した場合、1期目に互いに D を出すため、どちらの移動の定義でも2期目に移動をするので、利得の差はない。また、移動トリガー戦略(MT)との対戦においても、1期目に D を出すために2期目に MT 戦略が移動をし、どちらの移動の定義でも、移動を余儀なくされるので、利得の差はない。移動の定義の差が現れるのは、固定トリガー(FT)戦略との対戦のみである。固定トリガーと対戦した場合、1期目には、FT 側が C を出し、MD 側は D を出す。2期目には、1期目に MD が D を出したために FT 側は、D を出す。したがって、MD 側は移動を選択した方が得策である。つまり、移動の定義として、「毎回移動」と「相手が D を出した場合に移動」という二つの選択肢があるが、常に D を選択する戦略としては、「毎回移動」の方が、利得が高い戦略であるということができる。

移動トリガー戦略は、これとは逆に「相手が D を出した場合に移動」と定義されている。これは、上記と同様に、こちらの移動の定義の方が、利得が高いからである。たとえば、MT 同士の対戦の場合、「相手が D を出した場合に移動」であれば、互いに C を出し合う状態を続けることができる。そのため、「毎回移動」より高い利得をえることができるのである。

上記4つのみの戦略空間を考えたときに、固定トリガー戦略(FT)が ESS であるための条件を考察する。戦略 Y が全体を占めている状況化で戦略 X が得る利得を $U(X|Y)$ と表記する。

固定トリガーが全体を占めているときには、対戦相手は、固定トリガー戦略であると考えられる。固定トリガー戦略(FT)は、互いに C を出し合い R の利得をえることができるため、以下の利得をえる。

$$U(FT | FT) = R/(1 - \delta)$$

一方、移動非協力戦略は、相手を変えながら、D を出し続けることになる。仮定 3 より、新しいパートナーとすぐにグループを作ることができ、集団に FT が占めているので仮定 4 より、新しいパートナーは、FT であると考えることができる。このとき、FT は最初に C を出すため、一番高い利得である T をえることができる。したがって、MD の利得は、 $U(MD | FT) = T/(1 - \delta)$ となる。つまり、 δ の値によらず、 $U(FT | FT) < U(MD | FT)$ となっている。そのために、FT の集団に MD が進入可能であり、FT は進化的に安定ではない。

次に MT が進化的に安定な戦略で否かどうかにについて検討する。 $U(MT | MT) = R/(1 - \delta)$ であり、 $U(MD | MT) = T/(1 - \delta)$ であるため、 $U(MT | MT) < U(MD | MT)$ である。したがって、MT の集団に MD が進入可能であり、MT は進化的に安定ではない。このように、協力状態を達成する二つのトリガー戦略が進化的に安定ではなく協力状態が達成されることがないことがわかる。これは、パートナーの変更が行われなかった場合に δ が 1 に近ければトリガー戦略によって協力状態が達成できる事とは対照的である。すなわち、パートナーの変更という、移動可能性は、基本的には協力を困難にするものであることが分かる。

3. 移動コストによる協力の進化

前節では、パートナーの変更を行うには、なんらのコストも発生しないと仮定した。しかし、現実には、パートナーの変更をする場合には、新しいパートナーを探したり、新しいパートナーに対する情報を入手したりするために一定のコストがかかると考えられる。そこで、この節では、パートナー変更を行った場合、移動に伴うコスト $\xi (> 0)$ が発生すると仮定する。そして、移動のコストが適度な値である場合に、移動トリガー戦略(MT)が進化的に安定であり、協力状態を維持することが可能であることを示す。

まず、移動トリガー戦略(MT)戦略が母集団を占めている場合に、MT があげる利得について考察する。このとき、MT は、相手が D を出すまで移動を行わず C を出し続けるため、MT 同士が対戦した場合には、移動をせずに、互いに C を出し続けることになる。したがって、MT の利得は以下ようになる。

$$U(MT | MT) = R/(1 - \delta)$$

一方、MD は、移動をし続けるために¹⁾、毎回移動コストを支払う必要があり、利得は以下ようになる。

$$U(MD | MT) = (T - \xi)/(1 - \delta)$$

したがって、 $\xi > T - R$ のとき、MT の集団に MD が進入することができない。

FD と MT が対戦した場合も MT がすぐに移動するため、FD もパートナーの変更を余儀な

くされ、移動コストを支払う必要があり、 $U(FD|MT) = (T - \xi)/(1 - \delta)$ となり、同様に、 $\xi > T - R$ であれば、FDはMTの集団に進入することができない。

最後に、MTの集団の中にFTが進入できるか否かについて検討する。MTとFTの対戦では、互いに移動をせずCを出し合うために、 $U(MT|MT) = U(FT|MT) = R/(1 - \delta)$ であり、両者の利得は等しくなる。そこで、さらに高次の近似を考察する。まず、高次の利得を記述するため、集団がほぼZで占められているときに、最初の対戦相手がYであった場合に戦略Xがあげる利得を $U(X, Y|Z)$ と表記する。MTの集団の中に、わずかにFTが進入した場合、小さな確率で、最初の対戦相手がFTとなる。このFTとの対戦の利得を計算すると、安定性の2次条件を調べることができるが、先ほどと同様に、 $U(MT, FT|MT) = U(FT, FT|MT) = R/(1 - \delta)$ となり、2次条件においてもMTとFTの利得は等しくなる。したがって、現在、考察している状況では、FTはMTの集団に中立的に進入可能となり、Maynard-Smith (1982)の意味では、MTは進化的安定な戦略ではない。

そこで、より高次の近似を考え、より広義の進化的安定性を考察する。MTの集団の中にFTとFDの二つの戦略が同時に進入した場合を想定すると、小さな確率ではあるが、最初にFDと対戦する可能性がある。MTが最初にFDと対戦した場合には、MTは、Cを出し、FDがDを出すために、MTは低い利得のSを得る。しかし、次の期には、移動をし、MTと対戦することができるため、2期以降は、Rの利得をえることができる。したがって、 $U(MT, FD|MT) = S - \xi + R\delta/(1 - \delta)$ である。一方、FTはFDが対戦した場合、1期目は、MTのときと同様に片方がC、片方がDという状態が発生するが、2期以降は、移動をせず互いにDを出し続けるため $U(FT, FD|MT) = S + P\delta/(1 - \delta)$ である。この二つの利得から $\xi < (R - P)/(1 - \delta)$ であれば、 $U(MT, FD|MT) > U(FT, FD|MT)$ となる。MDも同時に進入する場合を考えると、 $U(MT, MD|MT) = U(FT, MD|MT)$ であり、こちらは、両者に差がない。以上から、 $\xi < (R - P)/(1 - \delta)$ のとき、FTと共にFDなど他の戦略が同時に進入する場合は、FTはMTの集団に進入することができない。突然変異的な試行錯誤によって、小さい確率ながらさまざまな種類の戦略が実行される状況を想定すると、純粹にFTのみが進入する状況は考えにくく、一般に、移動コストが一定の条件を満たすときFTがMTの集団に進入できないと考えてもよいだろう。つまり、移動のコストが非常に大きい場合には、MTより移動しないFTの方が有利となり、MTは進化的に安定ではなくなるが、移動コストが適度に低い場合は、FTが進入することができず、MTが進化的に安定な可能性がある。

MTが進化的に安定であるためには、MDやFDからの進入をうけない条件 $\xi > T - R$ とFTに進入されないための条件 $\xi < (R - P)/(1 - \delta)$ の両方が満たされる必要がある。この両方を満たす移動コスト ξ が存在するか否かについて検討する。両方の条件を満たす、 ξ が存在するためには、 $(R - P)/(1 - \delta) - (T - R) > 0$ である必要があるが、囚人のジレンマの利得の条件より、 $(R - P)/(1 - \delta) - (T - R) \geq (R - P) - (T - R) = 2R - P - T > 0$ となり、両方の条件をみたす ξ が存在することが分かる。ここで、着目すべき点は、 δ に依存せずにこの条件が求まっている点である。すなわち、 δ が極めて0に近い場合であっても、適切な移動コストがあれば、協力状態が維持されるのである。これは、ある意味で、パートナーの変更がない場合よりも広い範囲で、協力状態の維持が可能であることを意味する。

次に、FTの安定性条件について検討する。FTの集団の中にMDが進入したときに得る利得は $U(MD|FT) = (T - \xi)/(1 - \delta)$ であり、そのときFTが得る利得が $U(FT|FT) = R/(1 - \delta)$ であるため、MDからの進入を防ぐには、 $\xi > T - R$ である必要がある。一方、FDからの進入を防ぐためには、通常のパートナーの変更がない場合と同様に、 $\delta > (T - R)/(T - P)$ が必要となる。さらに、MTの進入を防ぐためには、先ほどのMTの集団がFTに進入できない条件の逆をとって、 $\xi > (R - P)/(1 - \delta)$ が必要となる。さきほどの考察より、 $(R - P)/(1 - \delta) > T - R$ なので、 $\xi > (R - P)/(1 - \delta)$ であれば、 $\xi > T - R$ は常に満たされる。したがって、移動コストが十分に高くかつ、 δ が大きい場合には、FTが(拡張された意味で)進化的に安定な戦略となる。

4. 学習による進化

4.1 基本モデル

前節までの議論では、「人口に比例して、新しいパートナーのタイプが決定する」(仮定4)という仮定がおかれていた。これは、出生死滅モデルであり、パートナーの変更を行ったとき、人口に比例して、生まれる新しい個体とパートナーを組むことを想定していると考えることができる。

しかし、学習によって、行動の変化が起こる場合は、比較的短い時間で、戦略の変化(戦略の進化)が行われる。そのため、新しく生まれる個体を考慮せず、現在の世代内のみの対戦としてモデルを考えることができる。そこで、次のよう状況を想定する。MTの集団にMDが進入したとし、MTの割合を $1 - \varepsilon$ 、MDの割合を ε であるとする。MT同士のグループでは、パートナーの変更がなく、MTとMDあるいは、MD同士のグループのみがパートナーの変更を行う。つまり、パートナーの変更を行う人の割合は、 $2(1 - \varepsilon)\varepsilon$ の割合を占めるMTとMDのグループと ε^2 の割合を占めるMD同士のグループである。MDの進入があった後、グループの変更を行う人のうちMTがしめる割合は、 $(1 - \varepsilon)\varepsilon / \{2(1 - \varepsilon)\varepsilon + \varepsilon^2\} = (1 - \varepsilon)/(2 - \varepsilon)$ となる。この値は、 ε が小さいときには、 $1/2$ となる。よって、パートナーの変更をして、新しくグループを作ったときに、MTが新しいパートナーとなる確率は、 $1/2$ となる。このような状況を考えたときには、MDが比較的進入しにくくなることが分かる。

この状況について、詳しく計算を行う。MTの集団に、 $\rho(n)$ をMDが進入後、 n 期目にパートナーを変更した場合に、新しいパートナーがMDである確率とする。上記の例から $\rho(1) = 1/(2 - \varepsilon)$ であり、 $\rho(n+1) = 1/(2 - \rho(n))$ である。ここで、 ε がゼロの極限を考えると $\rho(1) = 1/2$ であり、さらに、 $\rho(n) = (n)/(n+1)$ とすると、漸化式の条件を満たすことが分かる。これから $\rho(n) \geq 1/2$ である。以降では、モデルの簡単化のため $\rho(n) \geq 1/2$ の条件のみで議論を進める。

4.2 トリガー戦略の安定性

この節では、協力状態の維持が可能であるかどうかを調べるため、協力を生み出す、MT 戦略と FT 戦略の安定性について考察する。

まず、MT の進化的安定性について考察する。MT の集団の中に MD が進入した場合得る利得は、次のようになる。

$U(MD | MT) = T - \xi + \delta(1 - \rho(1))(T - \xi) + \delta\rho(1)(P - \xi) + \delta^2(1 - \rho(2))(T - \xi) + \delta^2\rho(2)(P - \xi) + \dots$
 ここで、 $T - \xi > P - \xi$ からこの利得は、各 n について $\rho(n)$ の減少関数である。そこで、 $\rho(1) = 1/2$ で、 $\rho(n) > 1/2$ であるので、 $\rho(n) = 1/2$ を代入して、以下の式を得る。

$$U(MD | MT) < T - \xi + \frac{\delta T - \xi}{2(1 - \delta)} + \frac{\delta P - \xi}{2(1 - \delta)}$$

よって、

$$U(MT | MT) - U(MD | MT) > \frac{1}{1 - \delta} \left\{ R - \xi - (1 - \delta)(T - \xi) - \frac{\delta(T + P - 2\xi)}{2} \right\}$$

よって $\delta > \frac{2(T - R - \xi)}{T - P}$ のとき、 $U(MT | MT) > U(MD | MT)$ となり、MT の集団に MD が進入できない。さらに、 $U(FD | MT) = U(MD | MT)$ なので、同じ条件で、FD が MT の集団に進入できない。また、FT の進入については、3 節の議論と同様の議論を行うことができ、 $\xi < (R - P)/(1 - \delta)$ のとき、FT は MT に進入できない。ここで、興味深いのは、 $\delta > \frac{2(T - R)}{T - P}$ のときには、 $\xi = 0$ であっても MD の進入を防ぐことである。つまり、3 節までのモデルでは、移動のコストがあることが協力の維持に不可欠であったが、この節のモデルでは、移動コストは必要条件ではなくなっている。

次に、FT 戦略の安定性について考察する。MD 戦略との対戦においては、FT 戦略と MT 戦略は、同じ状況となり $U(MD | MT) = U(MD | FT)$ である。さらに、 $U(MT | MT) = U(FT, FT)$ であるため、 $\delta > 2(T - R - \xi)/(T - P)$ のとき、FT は MD 戦略の進入を防ぐことができる。さらに、FT と FD の対戦は、1 節と同じ状況であり、 $\delta > (T - R)/(T - P)$ であれば、FT は FD から進入されない。さらに、 $\xi > (R - P)/(1 - \delta)$ のとき、FT は、MT に進入されない。

以上の事から、 δ が十分に大きい場合には、協力が維持されることがわかる。

4.3 初期進化

非協力的な D を皆が選択する非協力状態を初期状態として、そこからの協力の初期進化について検討する。非協力的な初期状態として FD ばかりの集団と MD ばかりの集団の二通りがありえる。しかし、FD と MD の対戦においては、わずかでも移動コストがあると考えれば、移動コストの分だけ MD は不利であり、MD の集団の中に FD は進入可能であるが、FD の集

団に MD は進入できない ($U(FD|MD) > U(MD|MD)$ $U(FD|FD) > U(MD|FD)$)。そこで、この節では、非協力的な初期状態として、FD ばかりの集団を想定する。

FD ばかりの集団の中に MT が進入した場合の利得について考察する。t 回移動後に FD と対戦する確率を $\rho(t)$ とおく²⁾。さらに、 $r(t) = \rho(t)r(t-1)$ 、 $r(0) = 1$ と定義する。このとき、移動後も t 回連続して MD と対戦する確率は、 $r(t)$ であり、ちょうど t 回目に MT と対戦する確率は、 $r(t-1) - r(t)$ である。一度 MT と対戦した場合は、それ以降、同じ相手と対戦し続けることを考慮すると MT の利得は次のようになる。

$$U(MT|FD) = S - \xi + \sum_{t=1}^{\infty} \delta^t r(t)(S - \xi) + \sum_{t=1}^{\infty} (r(t-1) - r(t)) \frac{\delta^t R}{1 - \delta}$$

よって、平均利得は、以下のようになる。

$$(1 - \delta)U(MT|FD) = (1 - \delta)(S - \xi) + \sum_{t=1}^{\infty} \delta^t \{(1 - \delta)r(t)(S - \xi) + (r(t-1) - r(t))R\}$$

ここで、 δ を 1 に近づけた極限は、 R となる³⁾。

一方、FD の利得は、 $U(FD|FD) = P/(1 - \delta)$ で平均利得は $(1 - \delta)U(FD|FD) = P$ となる。従って、 δ が十分に大きい場合には、 $U(MT|FD) > U(FD|FD)$ であり、FD ばかりの集団に MT が進入可能である事がわかる。ここでも、移動コストの大きさはさほど重要ではない。MD ではなく FD の集団を初期状態と仮定するために、わずかな移動コストがあれば十分であり、 δ が十分に 1 に近ければ、協力の初期進化が可能であることがわかる。

【注】

- (7) あるいは、MT が移動するために、パートナーの変更を余儀なくされ。
 (8) $\rho(t)$ は、t 回移動を行ったという条件の下で、t 回移動後に FD と対戦する確率である。
 (9) ここで、 $\lim_{t \rightarrow \infty} r(t) = 0$ なので $\sum_{t=1}^{\infty} (r(t-1) - r(t)) = r(0) = 1$ であることを考慮した。

【文献】

- Axelrod. 1984. *The Evolution of Cooperation* Basic Books (邦訳 『つきあい方の科学』松田裕介 訳)
 Maynard Smith. 1982. *Evolution and the Theory of Games* Cambridge University Press (邦訳『進化とゲーム理論』寺本 英, 梯 正之訳)

所属集団を変更できる社会的ジレンマモデルの計算機実験

小山 友介 大浦 宏邦
(東京工業大学)(帝京大学)

【要旨】

社会的ジレンマゲームにおいて、集団内に非協力型戦略が多いときには集団を離脱する戦略の有効性が議論されている。また、被験者実験によって普段の行動は TFT 戦略にしたがい、非協力者が増えると集団を移る戦略（離脱型 TFT 戦略）の存在が確認されている。本論文では、離脱型 TFT 戦略 (ET) 戦略の有効性を調べるために、社会的ジレンマ状態での選択を 5 回行うごとに所属集団を変更移動可能な繰り返し社会的ジレンマゲーム（「ビジネスゲーム」）のシミュレータを構築し、シミュレーションを行った。シミュレーションには、離脱型 TFT (ET)、固定型 TFT (FT)、移動型 ALLD (MD)、固定型 ALLD (FD) の 4 戦略による生態系シミュレーションを行い、様々な初期分布において協力型戦略と非協力型戦略の勝利する範囲を調べた。その結果、協力型戦略が十分多ければ非協力型戦略を排除できること、協力型戦略が勝つ領域と非協力型戦略の勝つ領域の間では 4 戦略間の優越関係が循環することが示された。

キーワード: 社会的ジレンマ, 離脱型 TFT 戦略, 計算機実験

1. 問題意識:社会的ジレンマ

1.1 社会的ジレンマ

環境問題やグループ内協力などを典型的な例として、利害関係者全員の利益を最大化させる方法（社会的合理性）と個人の利益を最大化させる方法（個人的合理性）が一致しない事例は社会に多数存在する。この状態を「社会的ジレンマ状態」と呼ぶ（盛山ら, 1991）。

Dawes(1980)に従って社会的ジレンマ状態を定式化しよう。ある N 人ゲームにおいて、各プレイヤーは二つの選択肢、 C （協力）と D （非協力）を持っている。1 回のゲームで各プレイヤーが得る利得は、自分の選択（ C か D ）と、他のプレイヤーのうちで C を選択した人数（残りは D を選択）に依存する。協力者が x 人のときの協力を選択したプレイヤーの利得を $C(x)$ 、非協力を選択したプレイヤーの利得を $D(x)$ とする。以下の二つの不等式を満たすとき、ゲームが社会的ジレンマ状態であるとする。

1. $D(x) > C(x+1)$: $x=0, 1, \dots, N-1$ とするとき、常に非協力の利得が高い。
2. $D(0) < C(N)$: 全員が協力した場合、各プレイヤーの利益は、全員が非協力の場合の利益より高い。

1 から、「他のプレイヤーの選択にかかわらず、自分は非協力を選択する」ことが支配戦

略となる。2 から、社会的により望ましい（パレート優位な）状態があるにもかかわらず、全員が自己利益最大化行動をとった結果、その状態が達成されないことがわかる。

1.2 囚人のジレンマからの知見

社会的ジレンマ問題は、2 人ゲームの囚人のジレンマの多人数版、と見ることができる。囚人のジレンマで有名な解決策（「解決」は、双方が協力を選択する状態を示す）のうち、著者たちは次の3 つに注目する。

1. 繰り返しゲームのフォーク定理：無限回繰り返しゲームで将来利益の割引率が十分大きいとき、1 回目に協力を選択する戦略の組み合わせがナッシュ均衡となる（松島, 1994）。
2. TFT(Tit-For-Tat)戦略（Axelrod, 1984）：繰り返し囚人のジレンマにおける戦略の一つで、1)初回は必ず協力を選択する、2) 次回以降は前回に相手をとった行動を選択する、というアルゴリズムである。TFT は協力を選択する戦略とは協力しあい、非協力的な戦略に対しては最初の1 回だけ協力してあとは非協力をとるため、被害を最小限にとどめることができる。このため、幅広い戦略に高いパフォーマンスを示す。
3. Out-For-Tat (林, 1993)：繰り返し囚人のジレンマでプレイする相手を選べる状況では、「D をとる相手とは次回から対戦をしないという戦略(Out-for-Tat)」が有利である。

繰り返し2 人囚人のジレンマではこのような解決策があるが、社会的ジレンマゲームではどうだろうか。

1.3 選択的プレイと ET 戦略

社会的ジレンマ問題の文脈で Out-For-Tat 戦略に該当する概念は、Orbell & Daws (1991, 1993)が示した「選択的プレイ」状況(現在の関係から離れて新しい相手とプレイできる状況)である。N 人囚人のジレンマ状況では、協力行動をとる者 (C プレイヤー) は他人も C プレイヤーだと認識する傾向が、非協力行動をとるプレイヤー (D プレイヤー) は他人も D プレイヤーだと考える傾向があることが知られている。そこで、プレイヤーに1)「ゲームをしない」ことを選択すること、2)自分の相手となるプレイヤーを探すこと、の2 つを認めるなら、C プレイヤーは協力し合える相手を積極的に探すようになり、D プレイヤーは相互作用に消極的になる結果、C プレイヤー同士がグループを作りプレイする機会が増えることになる。その結果、C プレイヤーの利得が D プレイヤーを上回り、C プレイヤーが淘汰されずに社会内に存続可能となることを Orbell & Dawes(1991,1993)は示唆した。

しかし、「選択的プレイ」に問題がないわけではない。例えば D プレイヤーは、C プレイヤーのグループに侵入して大きな利益を得るという戦略が可能だからである。C 行動の進化には、この D プレイヤーの侵入戦略への対抗戦略が必要となる。

対抗戦略として、「離脱型トリガー戦略」もしくは「離脱型 TFT 戦略 (Exiting Tit -For-Tat : ET 戦略)」が考えられている（大浦ら, 2003ab）。この戦略のアルゴリズムは以下の通りである。

1. 最初は C を選ぶ
2. グループ内で D を選ぶものが現れると D を選ぶ
3. グループ内にある程度以上 D が増えた場合、機会があれば他のグループに移ろうとする
4. 新しいグループでは、また C からはじめる

ET 戦略の採用者は、D プレイヤーによる搾取を TFT 戦略で防ぎつつ、機をみて移動することで同じ戦略が集まり、協力の利益を享受できる可能性がある。そのため移動を行わない単純な非協力者(固定型 D 戦略)や、協力者の多い集団に移動して利益を得ようとする非協力者(移動型 D 戦略)より高い利得をあげる可能性が考えられる。

インターネット内のコミュニティや、ある種の社会ネットワークなど、集団からの離脱と別の集団への移動が容易な状況では、D プレイヤーに対するサンクションが存在しなくても、ET 戦略によって高い協力率が保たれる可能性はないだろうか。

大浦らはこの予想にもとづき、所属集団を変更できる社会的ジレンマ状況で ET 戦略を採用する人間がいるかを次のような被験者実験で調べることを試みた。

2. 実験と結果

大浦らは次のような「ビジネスゲーム¹⁾」を考案して被験者実験を行った。

2.1 ゲーム全体の流れ

N 人の被験者が繰り返し社会的ジレンマゲームを行なう。社会には G 個の企業があり、被験者はいずれかの企業に所属して行動を選択する。被験者は一定回数の選択を行うたびに、所属企業を変更(移動)できる。

1 回のゲーム内で、被験者が社会的ジレンマ環境で行動選択する場面を「通常フェイズ 2)」と呼び、プレイヤーがどのグループに移動するかを選択する場面を「移動フェイズ」と呼ぶ(図 1)。通常フェイズの行動選択は「毎月の働き方」、移動フェイズの行動選択は「半年に一度の転職チャンスにおける転職先の選択」、1 回のビジネスゲームで得る利得は、「数年間の出稼ぎ期間で稼いだ金額」と被験者には教示された。

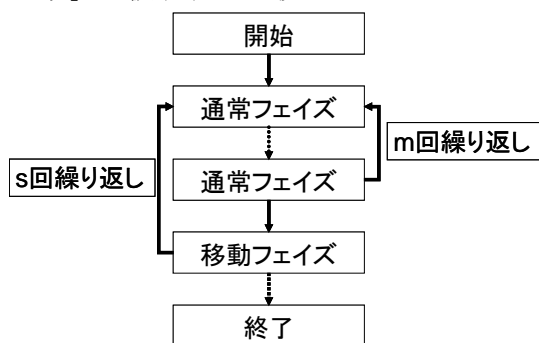


図 1 ビジネスゲームの流れ

2.2 通常フェイズ

通常フェイズでは、プレイヤーは自分の所属する企業で熱心に働く(C)／熱心に働かない(D)を選択する。仕事の成果と報酬は社会的ジレンマゲームと同じ利得構造を持っている。各企業内で熱心に働いた被験者数を N_c 、熱心に働かなかった被験者数を N_d としたとき、企業から支払われる労働への報酬を $\Pi = 4 N_c / (N_c + N_d)$ とし、このときの被験者の選択と利得の関係を以下のように設定する。

- ・ 熱心に働いた(C)プレイヤーの利得： $U_c = \Pi - 2 = 4 N_c / (N_c + N_d) - 2$
- ・ 熱心に働かなかった(D)プレイヤーの利得： $U_d = \Pi = 4 N_c / (N_c + N_d)$

各プレイヤーの利得は、C を選択するより D を選択する方が常に大きい ($D(N_c) > C(N_c + 1)$)。また、自分の所属する企業の全プレイヤーが D を選択したときのときの利得 (=0) は、全プレイヤーが C を選択したときの利得 (=2) より小さい。よって、このゲームは社会的ジレンマ状況を表している。

選択時にプレイヤーが参照できる情報は、(1)各企業の所属人数、(2)直前の自分の利得、(3)自分の企業での前回の C 選択者数と D 選択者数、(4)前回の各企業の Π 、(5)前回の移動フェイズから前回の通常フェイズまでの各企業の Π 、である。

2.3 移動フェイズ

移動フェイズは通常フェイズ m 回ごとに発生し、被験者は任意の企業に移る(「転職」)機会が与えられる。移動した場合には、被験者がこれまで得た利得から移動コスト (≥ 0) を支払う 3)。参照できる情報は、通常フェイズと同じである。

移動フェイズの結果、誰もいない企業が発生することもある。この場合、その企業の所属人数、平均労働報酬をともにゼロとして扱う。

2.4 被験者実験の結果 4)

東京都と山形県の大学生を被験者として、プレイヤー数を 16 人から 20 人、企業数を 4、移動コストをゼロ、通常フェイズ 6 回 (半年) ごとに 1 回の移動フェイズ (転職チャンス) という条件で実験を行なった。被験者には 2 年 (通常フェイズ 24 回) が経過した後にはその時点で実験を終了する可能性があること、実験後にビジネスゲームで得られた利得に比例した金額の金銭的報酬が得られることを明示した 5)。被験者数は 111 人で、6 グループである。

被験者実験の結果は、(1) 通常フェイズを繰り返すごとに、協力選択率は移動フェイズ直後の約 50% から 30% 程度まで徐々に減少した (平均協力選択率は約 40%)、(2) 移動フェイズ直後はまた 50% 程度まで協力選択率が上昇した、という既存の繰り返し社会的ジレンマ実験 (Thaler, 1992) と類似の結果が得られた。既存の実験と想定は異なるが、被験者の行動は従来の実験の場合と大きく異なっていないといえる。

被験者の行動原理を検討した結果、「ET 戦略」を採用していると考えられる被験者が

全体の3分の1程度存在していることがわかった。また、「移動をしない TFT 戦略」を採用していると考えられる被験者が10分の1程度、ほとんど非協力を採る被験者も10分の1程度存在していた。ET 戦略は常に非協力を選択する戦略より平均利得は低かったが、協力的な戦略の中で平均利得は高い方である、という結果が得られた。

2.5 ET 戦略はどのような場合に有効か?

大浦らの実験結果は、「ET 戦略的な行動は見られたが、必ずしも高い利得を得ていない」ことを示していた。利得が低いにもかかわらず ET 戦略を採る被験者がかなりの割合で存在していたのはなぜだろうか。一つの可能性として、現実社会では ET 戦略の利得が非協力戦略の利得を上回る場合が存在して、被験者の行動はそのような状況で学習／進化してきたことが考えられる。その行動が実験条件下で（実際には不利であるにもかかわらず）発現したのかもしれない。

そうであるなら、ET 戦略の利得が非協力戦略の利得をどのような場合に上回るのかを調べることによって、現実社会で社会的ジレンマ回避に役立つ戦略がどのようにして学習／進化してきたかを明らかにできる可能性がある。

Axelrod (1984)の TFT 戦略と同様、ET 戦略は直接相互作用した他の戦略に直接勝つ（利得で上回る）ことはない。ET 戦略が勝つ可能性があるとするれば、それは「周囲のプレイヤーとの間で互惠関係を育んだ結果、平均的に高い利得を得る」ことで非協力戦略に「間接的に勝つ」場合である。

そのような場合があるのかないのか、あるとすればどのような場合なのか。このことを明らかにするために、本研究では ET 戦略や非協力的な戦略の利得に比例した確率で子孫を残せる生態学的シミュレーションによって、ET 戦略が集団中に定着できる場合があるかどうかを調べることを試みた。

3. シミュレーションモデル

3.1 シミュレーションで用いる戦略

ET 戦略と比較する対象として、対抗する戦略をいくつか用意する。戦略の次元としては、通常フェイズに関わる戦略（行動戦略）と、移動フェイズに関わる戦略（移動戦略）がありうる。ここでは行動戦略として TFT 戦略と ALLD 戦略（常に非協力を選択する戦略）を考え、移動戦略としては D 行動者がいる場合に移動する条件付移動戦略と、常に移動しない固定戦略を考えることにする。

これらの行動戦略と移動戦略を組み合わせると、次の4つの戦略が考えられる。

- ・ TFT 戦略 + 条件付移動戦略 (ET 戦略)

- ・ TFT 戦略+固定戦略 (FT 戦略)
- ・ ALLD 戦略+条件付移動戦略 (MD 戦略)
- ・ ALLD 戦略+固定戦略 (FD 戦略)

もちろん、これらの他にも無数の戦略を考えることは可能であるが、ここで考えた戦略についてもどの戦略が有利であるかを簡単に判定することはできない。分析の出発点としてこれらの4戦略について考えることは意味があると考えられる。

各戦略のアルゴリズムを以下のように定める。2つの協力型戦略 (ET 戦略と FT 戦略、以下 ET, MT と表記) の通常フェイズでの行動は、(1)移動フェイズ直後には協力を選択し、(2)直前の通常フェイズで1体でも非協力を選択したプレイヤーが存在した場合非協力を選択する、という最も厳格な TFT 型行動である⁶⁾。移動フェイズでは、ET は直前の通常フェイズで1体でも非協力を選択していれば移動を決断する。この場合、移動先企業の選択は、(1)直前の通常フェイズの II が最も高い企業、(2) Π が最も高い企業が複数存在するときには、利益が最も高い企業の中からランダムに選択、とする。

2つの非協力型戦略 (MD 戦略と FD 戦略、以下 MD, FD と表記) は、通常フェイズで常に非協力を選択する。MD は移動フェイズで常に移動し、移動先企業決定原理は ET と同じとする。

3.2 戦略分布と各戦略の利得

被験者実験の手続きに準じてシミュレーションを行なった。シミュレーションの設定を表 1 に示す。

表 1 シミュレーションで用いた設定

| | |
|------------------------|---------------------|
| エージェント総数 | 100 |
| 企業数 | 10 |
| 1回のビジネスゲームの通常フェイズのターン数 | 100 |
| 移動フェイズ | 通常フェイズ5ターンごと |
| 移動コスト | 0 |
| シミュレーション開始時の戦略分布 | 初期値として定める (本文参照) |
| 1シミュレーションの繰り返し回数 | 30回 |

シミュレーション開始時の各エージェント数は、それぞれが0もしくは5の倍数とし、シミュレーション中のエージェント総数を100に固定する。すなわち、各戦略のエージェント数を ET_n , FT_n , MD_n , FD_n としたとき、常に $ET_n+FT_n+MD_n+FD_n=100$ とする。

それぞれの初期分布につき30回シミュレーションを行い、戦略ごとの平均利得と全戦略の平均利得⁷⁾を求め、初期分布の全組み合わせ(1771通り)のうち、ETおよびFTの平均利得がMDとFDの平均利得を上回る組み合わせの存在を調べた。

ETの平均利得が非協力型戦略の平均利得を上回ったのは $MD_n \leq 10$ の場合である。特に $MD_n=0$ のときには、 $FD_n \leq 30$ となるすべての組み合わせで上回り、 $FD_n \leq 50$ となる一部の組み合わせで上回った。

FTに関しては、 $FD_n=0$ の場合には $MD_n \leq 10$ となるすべての組み合わせ、 $FD_n=5$ の場合には $ET_n=0$ 以外のすべての組み合わせで非協力型戦略の利得を上回った。また、 $FD_n \geq 10$ の場合でも、いくつかの組み合わせで非協力型戦略の利得を上回った。

非協力型戦略が多くの場合で協力型戦略の利得を上回るが、ET および FT の利得が非協力型戦略の利得を上回る領域も存在することが明らかとなった。これは、協力型戦略が多数を占める集団に非協力型戦略が少数侵入してきても、侵入を阻止できる可能性が存在することを示している。そこで、戦略シェアの変化をモデルに組み込んだ生態系シミュレーションを行ない、実際に協力型戦略のみの状態に復帰することができるかどうかを調べた。

3.3 生態系シミュレーション

シミュレーションの手続きを以下に示す（図 2）。

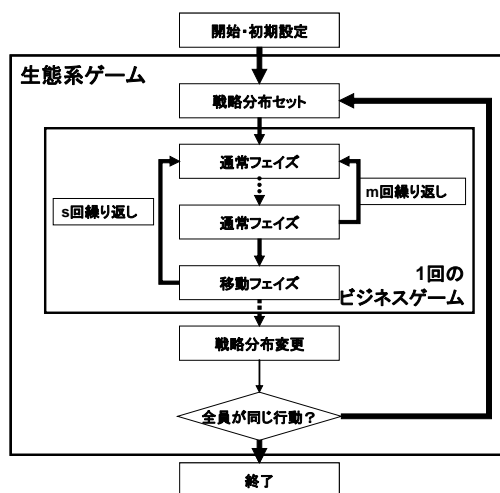


図 2 生態系ゲームの流れ

1. ゲーム開始の初期状態として、プレイヤーが採用する戦略の組み合わせ（初期分布）をセットする。
2. ビジネスゲームを 1 回行う。
3. ビジネスゲームの結果に応じて、戦略の組み合わせ（分布）を変化させる。相対的に高い利得をあげた戦略の採用者数が増加し、利得の低い戦略の採用者数が減少する。プレイヤー数は変化しない。
4. 戦略分布を変化させた結果、全員が常に協力を選択する状態か、常に非協力を選択する状態に到達すれば、そこでシミュレーションは終了し、残った側の勝利数に 1 を加えて 5 にすすむ。そうでない場合には 2 に戻る。2 から 4 を 100 回繰り返した場合、「引き分け」に 1 を加えて次にすすむ⁸⁾。
5. 同じ初期分布で 1 から 4 を 30 回繰り返す。
6. 初期分布を様々に変更して 1 から 5 を繰り返す。

初期分布を設定してから、協力型の勝利／非協力型の勝利／引き分けが決まるまで（1 が

始まって4が終了するまで)を, 1回の生態系ゲームと定義する.

1回の生態系ゲームは, ビジネスゲームの繰り返しで構成されている. 生態系ゲームには4戦略のみが加わり, 各ゲームに参加するプレイヤー数は一定に保たれる. 各プレイヤーはビジネスゲームで得た利得に比例した確率で, 次のゲームに参加する子孫を残せる(利得の高い戦略は複数の子孫を残すことも可能だが, 利得の低い戦略は全く子孫を残せないこともある). ゲームが繰り返される毎に4戦略の比率は変化する.

3.4 戦略分布変更ルール

1回のビジネスゲーム終了後, 次のビジネスゲームに参加するプレイヤーの戦略分布は以下のプロセスで決定される.

1. ビジネスゲームでは最終的に手にした利得がマイナスになることがあるので, 最低利得プレイヤーの利得が $\varepsilon = 0.001$ になるように, 全プレイヤーの利得をシフトさせる.
2. シフト後のプレイヤーの利得和で自分の利得を割った値を各プレイヤーの再生産確率とする.
3. 総プレイヤー数と同じ回数だけ乱数くじを引き, 次のゲームに参加するプレイヤーを決定する.

戦略分布の変更ルールとしては, 相対的に利得の低い戦略を利得の高い戦略に置き換えるなどのルールも考えられるが, 利得の高い戦略同士や低い戦略同士の利得の差が過小評価されるという問題点がある. 今回用いた方法では, 利得の違いを戦略分布の変化に適切に反映させることができる.

3.5 生態系シミュレーションの結果

- 1) 結果の見方

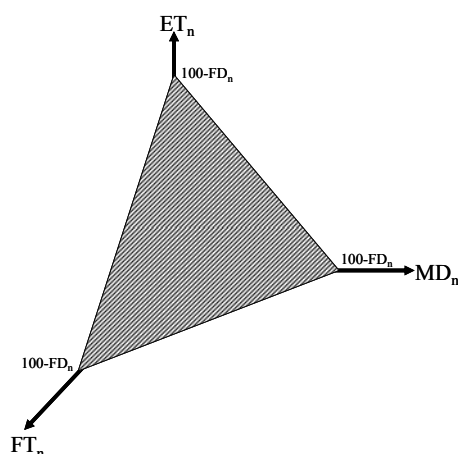


図3 FD_n を固定したときの単体

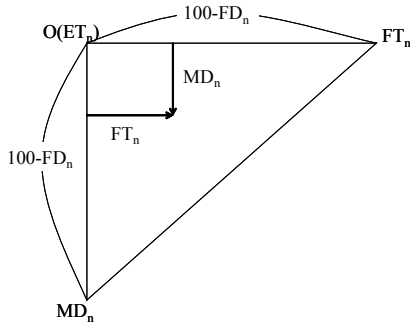


図 4 単体内での FT_n , MD_n , ET_n の表示

エージェントの初期配置空間は 3 次元単体となる．そのまま紙面に表示することは不可能なため，3 次元単体の切断面の 2 次元単体を表示する．図 3 の斜線部分は FD_n を固定したときの他の 3 戦略の組み合わせを表現したものである．この単体（正三角形）を直角二等辺三角形に射影したものが図 4 である．

直角二等辺三角形の原点 O から下にすすんだ距離が MD_n となり，左にすすんだ距離が FT_n となる． ET_n は， $100-FD_n$ から MD_n と FD_n を引いた残りである．

直角三角形の各点でシミュレーションでの戦略の初期配置を示し，30 回のうち協力型戦略が勝利した回数によって白（勝利回数 20 回以上），灰（勝利回数 11 回以上 19 回以下），黒（勝利回数 10 回以下）に色分け⁹⁾した．同じ形式で， MD_n 固定時の結果も議論する．

2) 結果

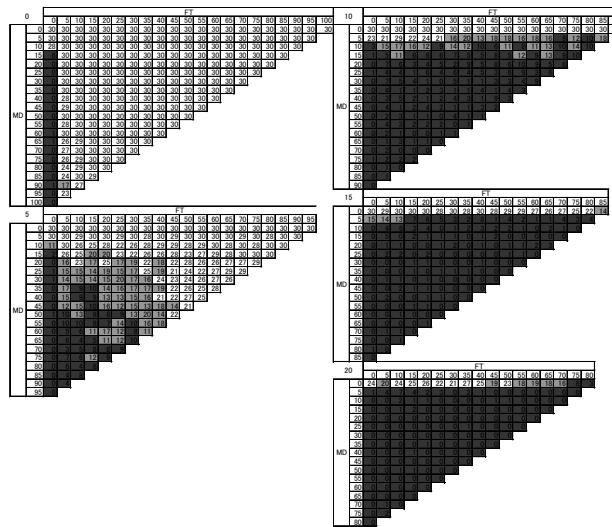


図 5 FD_n の変化による結果の変化

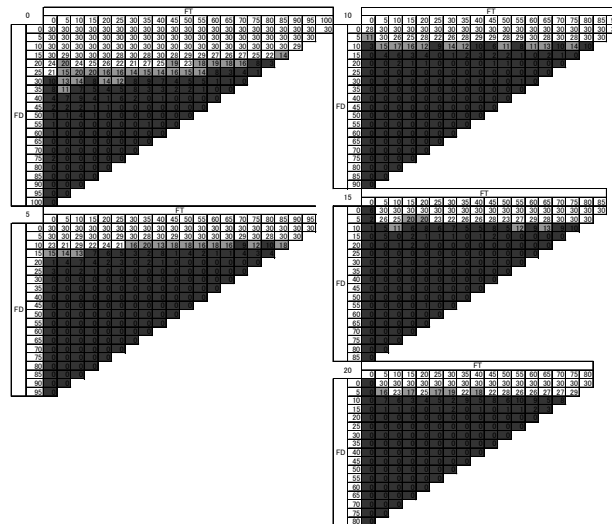


図 6 MD_n の変化による結果の変化

図 5は $FD_n=0,5,10,15,20$ のとき，図 6は $MD_n=0,5,10,15,20$ のときの単体である．左側の上から順に $FD_n(MD_n)=0,5$ のとき，右側の上から順に $FD_n(MD_n)=10,15,20$ のときの結果である．横軸は ET_n (左から右へ 0 から $100-FD_n(MD_n)$ まで)，縦軸は $MD_n(FD_n)$ (上から下へ 0 から $100-FD_n(MD_n)$ まで)を示している． FD_n もしくは MD_n が 25 以上の場合の結果は，非協力型戦略がほぼ勝利するので省略する．

- ・ 大まかな傾向は，非協力型戦略の合計が 10 以下で協力型戦略が勝利，15 および 20 の間では 4 戦略の組み合わせで結果が変化し，非協力型戦略の合計が 25 以上で非協力型戦略が勝利する
- ・ ただし， $FD_n \leq 5$ もしくは $MD_n \leq 5$ 以下の場合，合計が 25 を超えていても協力型戦略が勝利する初期状態の組み合わせが多数存在する
- ・ 特に $FD_n=0$ の場合， $FT_n=0$ かつ $MD_n \geq 15$ の領域を除くほとんどで，協力型戦略が勝利する
- ・ FD_n と MD_n が増えると，左下の協力型戦略が少ない領域から徐々に非協力型戦略の勝利領域が広がるが，FD は左側(FT_n が少なく ET_n が多い)から，MD は右側(FT_n が多く ET_n が少ない)から広がる．
- ・ 勝敗が決した状態での 100 個体中の 2 戦略の内訳は試行ごとの分散が非常に大きい，一方の戦略が絶滅している試行はほとんど無い．

4. 考察

今回シミュレーションした戦略の初期配置は，「協力型戦略が占める空間に，非協力型戦略が侵入した状態」と考えることが可能である．シミュレーション結果は，約 20 程度(協力型戦略戦略の約 4 分の 1 程度)の侵入まで，非協力型戦略を排除可能であることを示してい

る。すなわち、協力型戦略が集まって社会が一度形成されれば、非協力型戦略の侵入に対してかなり頑健である。

ここでは、非協力型の戦略が侵入したときに何が起きているのかを考察することで、なぜ協力型戦略が非協力型戦略の侵入を阻止できるのか考えてみる。さらに、今回の結果の意義について考察を行なう。

4.1 モデルの挙動

移動フェイズと次の移動フェイズの間に何が起きているかを考察する。このとき、移動フェイズ直後の通常フェイズとそれ以降の通常フェイズで結果が異なるので、これらを分けて考える必要がある。

企業内が協力型戦略のみで占められている場合・非協力型戦略だけで占められている場合・双方が混在している場合について、企業内で何が起ころかを追いかけてみる。

1) 移動フェイズ直後の通常フェイズ

協力型戦略のみで占められている企業の場合、全員が協力を選択する。よって、労働への報酬は $\Pi=4$ となり、各プレイヤーの利得は 2 となる。

非協力型戦略のみで占められている企業の場合、全員が非協力を選択する。よって、労働への報酬は $\Pi=0$ となり、各プレイヤーの利得はゼロとなる。

協力型戦略・非協力戦略が混在している企業においては、協力型戦略プレイヤーは協力を選択し、非協力型戦略プレイヤーは非協力を選択する。よって、 $\Pi=4 N_c / (N_c + N_d)$ となる。協力型戦略プレイヤーの利得は $\Pi-2$ 、非協力型戦略プレイヤーの利得は Π となる。

2) それ以降の通常フェイズ

協力型戦略のみで占められている企業では、引き続き全員が協力を選択する。よって、労働への報酬は $\Pi=4$ となり、各プレイヤーの利得は 2 となる。

非協力型戦略のみで占められている企業の場合、引き続き全員が非協力を選択する。よって、労働への報酬は $\Pi=0$ となり、各プレイヤーの利得はゼロとなる。

双方が混在している企業では、非協力型戦略プレイヤーだけでなく協力型戦略プレイヤーも非協力を選択する。よって、労働への報酬は $\Pi=0$ となり、各プレイヤーの利得はゼロとなる。

3) 通常フェイズでの利得の合計

この結果から、通常フェイズで手にする利得の合計が計算できる。通常フェイズが m 回繰り返されるとして、通常フェイズでの利得の合計を計算しよう。

協力型戦略のみで占められている企業では、各プレイヤーは通常フェイズ 1 回あたり 2 の利得を手にしたので、合計 $2m$ の利得を手にする。

非協力型戦略のみで占められている企業では、各プレイヤーの通常フェイズ 1 回あたりの利得はゼロなので、合計利得もゼロである。

協力型戦略・非協力戦略が混在している企業では、協力型戦略プレイヤーは 1 回目の通常フェイズで $4 N_c / (N_c + N_d) - 2$ の利得を手にし、それ以降は 0 である。よって合計利得も $4 N_c$

$/(Nc + Nd)-2$ となる。非協力型戦略プレイヤーは 1 回目の通常フェイズで $4 Nc / (Nc + Nd)$ の利得を手にし、それ以降は 0 である。よって合計利得は $4 Nc / (Nc + Nd)$ となる。

4) 移動フェイズ

移動フェイズを分析するときには、移動する 2 戦略 (ET と MD) のみ考えればよい。

ET は現在所属する企業に所属するプレイヤーが全員協力型戦略プレイヤーなら移動しないが、協力型戦略と非協力型戦略が混在している企業に所属している場合には移動することになる。移動する場合には、直前の通常フェイズの II が最も高い企業に移動する。非協力型戦略のみの企業と双方が混在する企業の II はゼロなので、協力型戦略のみで構成されている企業があれば、そこに移動する (複数ある場合にはその中からランダム)。協力型戦略のみで構成されている企業が存在しない場合には、今所属している企業を除くすべての企業の中からランダムで移動する。MD は必ず移動する。移動先は ET と同じである。

5) 利得の比較

ここまでの考察をもとに、各戦略の利得がどうなるかをまとめてみよう。

協力型戦略が高い利得をあげるチャンスは、同じ企業内に非協力型戦略が存在しないときに限られる。しかし、移動フェイズが終わるとその企業には高い確率で MD がやってくるため、 MD_n が大きいときは連続して $2m$ の利得をあげることは難しい。

非協力型戦略は、同一企業に協力型戦略が存在するときの初めの通常フェイズでの利得しか利得獲得機会はない。このときの利得は、協力型戦略より 2 高い。

協力型戦略が集まったときの $2m$ の利得と、非協力型戦略が協力型戦略と同じ企業に所属したときに手にする協力型戦略より 2 だけ高い利得のうち、最終的にいずれが大きくなるかが分かれ道となる。

非協力型戦略が十分少ないときは、協力型のみの企業の割合が多く、協力型戦略が利得 $2m$ を獲得できる機会が多いため、協力型戦略が有利になる。

4.2 移動コストの影響

紙数の関係で省略したが、移動コストを 1 にしたときは、協力型戦略の勝利領域がより広くなる、という結果となった。ゼロから移動コストを増やす限りにおいて、協力型戦略に有利に働いた。一般に、移動型戦略への移動コストの影響は以下のようなになる。

移動直後の通常フェイズで MD が得る利益は $2+II < 4$ なので (MD がいるため必ず $II < 2$) 移動コストが 4 以上では協力型戦略がいる企業へ移動する利益を移動コストが上回り、MD は移動しない戦略より損になる。

4 未満の移動コストが各戦略に与える影響は、協力型戦略のみで占められる企業数に依存する。協力型戦略のみの企業が多いと、ET は移動しないケースが多くなる。一方、MD は必ず移動する (MD に対して協力型戦略が TFT で対応するため) ため、ET より 1 回のビジネスゲームで支払う移動コストが大きくなる。このことが、協力型戦略に有利に働く。

4.3 戦略間の優越性の循環

非協力型戦略の合計が 10 以下、25 以上の場合では「どちらの戦略が有利か」についてかなり明白な結果が得られた。しかし、中間の区間では、初期分布の組み合わせで戦略の有利・不利が微妙に変化している。

FD は FT_n が少ない(ET_n が多い)領域から、MD は FT_n が多い(ET_n が少ない)領域から黒色の領域が広がったことから、 $ET > FD > FT > MD > ET > \dots$ と、「弱者」→「強者」の関係が循環していることがわかる。

4.4 ET 戦略の有効性

それでは、ET をどのように評価すべきだろうか。(1)協力型戦略が勝利した場合、初期分布で存在すれば ET は必ず最終状態でも存在すること、(2)非協力型戦略の侵入に対して、 MD_n が多い場合には図の左側 (ET_n が多い領域)から、 FD_n が多い場合には図の右側 (FT_n が多い領域)から、非協力型戦略の勝利領域が広がること、(3) $ET_n=0$ では MD と FD が FT の利益を上回るが、 $ET_n \geq 5$ では FT が MD と FD の利益を上回るような 4 戦略の組み合わせが多数存在することから、「ET が一定数存在することで FT の非協力型戦略への有効性が増す」というべきだろう。

4.5 結論と今後の課題

本論文では ET・FT・MD・FD の 4 戦略が加わる「ビジネスゲーム」モデル（移動可能な社会的ジレンマモデル）を構築し、100 ターンからなるゲームの利得と、それに応じて次のゲームの戦略分布が変化する生態系ゲームを議論した。そこで得られた結果は(1) 協力型戦略の集まりに非協力型戦略が侵入した状態を想定したとき、少数であれば排除可能、(2)侵入した非協力型戦略数が中程度のとき、協力型戦略の組み合わせと非協力型戦略の組み合わせによって勝敗が大きく変化する。(3)協力型戦略が勝つ領域と非協力型戦略の勝つ領域の間では 4 戦略間の優越関係が循環する、というものであった。

特定プレイヤーにサンクションを与えない社会的ジレンマモデルでも、協力型戦略が非協力型戦略の侵入を排除できる領域の存在を示せたことは大きな意義を持つ。社会的ジレンマに関する従来の研究は、外部からのサンクションや、プレイヤーに社会的動機などの協力をポジティブに評価する動機を仮定することでジレンマが回避されていると考えてきた（大浦 2003）。しかし、外部サンクションには誰がサンクションコストを引き受けるのかという問題があり、社会的動機には一般的に損をする協力をなぜそのような動機で行動するのか、という問題が存在する。今回の結果は、これらの問題点を含まないジレンマ回避モデルが構築可能であることを示している。

次に、協力型戦略を圧倒しない程度に非協力型戦略が増えた場合に戦略間に優越関係の循環があり、非協力型戦略の侵入を防げる状態が 2 戦略の混合で示せることは、「実際の社会でどのように非協力型戦略が排除されているか」を知る一つの示唆となる。

今後は、プレイヤーが採りうる戦略を多様化して分析する必要がある。今回は4戦略のみを仮定する分析であったが、突然変異によって新しい戦略が発生する場合を想定したシミュレーションを行なうことで、今回の結果の頑健さを調べる必要がある。

また、今回の結論から、複数の種類の非協力型戦略が存在しているときには、「ある同質な戦略によって協力が維持されるのではなく、複数の戦略の組み合わせと分布によって維持される」場合があることを示した。この視点から、「非協力型戦略を排除しつつ、自分たちが協力の果実をできるだけ享受可能な戦略群」を調べることも、重要である。

【注】

- (10) 通常、「ビジネスゲーム」は学生が経営学的な諸概念を容易に理解・体得するために作られたゲームを指す。実験では、被験者のイメージがわかりやすいためにこの名前を用いた。
- (11) 以降本論文では繰り返し社会的ジレンマゲーム全体で「1回のビジネスゲーム」と数えることにし、以下で示すように1回の社会的ジレンマゲームは「通常フェイズ」と呼ぶことにする。
- (12) 被験者実験では、被験者の意志決定コストを低減させるために移動コストをゼロに設定した。
- (13) 被験者実験の結果について、ここでは必要最小限の結果だけ述べる。詳細は大浦・石原・小林(2003), Kobayashi et. al(2003), 針原・辻(2003)などを参照してほしい。
- (14) 被験者に支払う金額の予算総額をあらかじめ決めておき、被験者の利得に応じて比例配分する、という方法とった。
- (15) ここでの平均利得とは、30回のシミュレーション全体での、各戦略の平均利得である。すなわち、ある戦略分布での*i*回目のシミュレーションでの戦略ETの平均利得を $P(ET^i)$ としたとき、この戦略分布での戦略ET平均利得は、 $\{\sum_i P(ET^i)\}/30$ となる。
- (16) 社会的ジレンマモデルのTFT戦略には、「グループ内協力率がどこまで下がれば自分の選択を非協力に変更するか」についての基準がない。分析を容易にするため、本稿ではトリガー戦略に近い基準を採用する。
- (17) 全プレイヤーが協力型戦略だけ、もしくは非協力型戦略だけになった状態で終了するのは、この状態では全プレイヤーの通常フェイズでの選択が同じになり、分析上無意味であるためである。また、初期分布次第ではなかなか勝負がつかない（ビジネスゲームを数百回繰り返しても勝負がつかない）場合があるため、引き分けを用意している。
- (18) 境界はそれぞれ、「協力型戦略と非協力型戦略の勝利確率は等しい」という帰無仮説の片側5%棄却点となっている。

【文献】

- Axelrod, R. (1984), *The Evolution of Cooperation*, Basic Books, New York (松田 裕之訳 (1998), 『つきあい方の科学—バクテリアから国際関係まで』, ミネルヴァ書房)。
- Axelrod, R. (1997), *The Complexity of Cooperation*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, (寺野隆雄 監訳 (2003), 『対立と協調の科学—エージェント・ベース・モデルによる複雑系の解明』, ダイヤモンド社)。
- Dawes, R., (1980), *Social Dilemmas*, *Annual Reviews of Psychology*, 31, 169-93.
- 針原素子, 辻竜平 (2003), 「所属集団の変更可能なSDゲームにおける協力行動の規定因: 規制の小さい状況でも発動する他者からの疎外回避動機」, 第35回数理社会学会大会, 大分大学
- 林直保子(1993), 「TIT-FOR-TAT から OUT-FOR-TAT へ: ネットワーク型囚人のジレンマによる戦略選手権」, 『理論と方法』, 8, 19-32
- Jun Kobayashi, Hirokuni Ooura, and Hideki Ishihara (2003), "Coevolution of Cooperation and Selective Interaction: An Experimental Study," Paper presented at International Social Network Conference. February 16. Cancun, Mexico.
- 松島斉(1994), 「過去、現在、未来: 繰り返しゲームと経済学」, 伊藤 元重 岩井 克人 (編) 『現代の経済理論』, 東京大学出版会, 1994.

Orbell, J. and Dawes, R. (1991), A cognitive miser theory of cooperators' advantage, *American Political Science Review*, 85, 515-528.

Orbell J. and Dawes, R.(1993), Social welfare cooperator's advantage, and the option of not playing the game, *American Sociological Review*, 58, 787-800.

大浦 宏邦(2003), 「秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ」『理論と方法』, 34,133-151

大浦博邦 , 石原秀樹 , 小林盾(2003a), 「所属集団を変更できる社会的ジレンマ実験(1): その意義と実験手続き」,第 35 回数理社会学会大会,大分大学

大浦博邦 , 石原秀樹 , 小林盾(2003b), 「所属集団を変更できる社会的ジレンマ実験(2): その意義と実験手続き」,第 35 回数理社会学会大会,大分大学

盛山和夫 , 海野道郎(編)(1991),『秩序問題と社会的ジレンマ』,ハーベスト社

Thaler, R. (1992), *The Winner's Curse ---Paradoxes and Anomalies of Economic Life*, Princeton University Press,
(篠原勝訳 (1998), 『市場と感情の経済学—「勝者の呪い」はなぜ起こるのか』,ダイヤモンド社).

【謝辞】

本原稿は「シミュレーション&ゲーミング」, Vol.13 No.2 169-178,2003 に掲載されたものを, 研究会での合意をもとに一部用語(実験中の各場面の用語, 戦略の用語)を統一したものである. 掲載を許可して頂いた, 日本シミュレーション&ゲーミング学会に感謝する.

社会的ジレンマと協力概念

——フリーライドの視点による N 人ゲームの構造分析 I ——

武藤 正義
(東京工業大学)

【要旨】

本稿の目的は、Dawes (1980) の後、Taylor (1987) や Elster (1989) らによって拡張された種々の社会的ジレンマ概念を、フリーライドの視点から整理することにある。具体的にはつぎの 2 つの課題にとりくむ。第 1 に、種々の社会的ジレンマを協力行為が定義される状況 (= 協力状況) によって包括する。協力行為 (協力状況) は、「協力行為のコスト」と「共通の利益の存在」という 2 条件によって定義される。第 2 に、多元的な個人的合理性にもとづいて、協力状況の下位にある種々の社会的ジレンマを整理する。すなわち、 N 人囚人のジレンマ、 N 人円満ゲーム、 N 人保証ゲーム、 N 人チキンゲームなどの諸状況を「均衡の配置」から統一的に定義し、それらを個人的合理性の異なる社会的ジレンマとして位置づける。結果として、つぎの 4 点が明らかになった。①Dawes (1980) の「社会的ジレンマ」と「協力状況」は独立である。②Taylor (1987=1995) の先手コミットメントやナッシュ均衡戦略などの多元的な個人的合理性を考慮することで社会的ジレンマ概念を拡張・精緻化すると、社会的ジレンマは協力状況に含まれる。③さらに、進化的な合理性を個人的合理性にカウントすると、社会的ジレンマは協力状況に一致する (N 人円満ゲームでさえ社会的ジレンマといえる)。④協力行為は、個人にとってリスクがあるだけでなく、全体にとってもリスクがある「過剰協力」をひきおこすこともある。重度の過剰協力がおこる状況では、集団淘汰 (group selection) によっても協力状態は実現できない。本稿は N 人ゲームという複雑な社会状況の理解を刷新するものとして位置づけられよう。

キーワード 協力のコスト、共通の利益の存在、多元的な個人的合理性、過剰協力

1. はじめに

社会的ジレンマの数理構造の分析には、すでに多くの先行研究がある。しかしそれらはフリーライドという視点からみて、十分に整理されているとはいえない (フリーライドの問題性は明らかだろう)。そこで、本稿はこの視点から古典的なゲーム理論を用いて、社会的ジレンマの基礎概念の整理を行う。

本稿と進化ゲーム理論との関係を述べておこう。進化ゲーム理論的研究では 2 人ゲームのランダムマッチングが多く、 N 人ゲームの分析はあまりみられない。これには古典的なゲーム理論の範囲でも N 人ゲームの分析がすすんでいないということが一因にあるだろう。本稿はこれを補うものである。つまり、社会的ジレンマへの進化ゲーム理論的アプローチの理論的基礎として、本稿は (基本的には) N 人ゲームを古典的なゲーム理論の範囲で精査する¹。

¹ 私見では、日本の数理社会学における社会的ジレンマ研究は、盛山・海野 (1991) において一応の区切

用語上の注意として、本稿では単に「協力」と書く場合には行為を表し、行為の組である社会状態（協力状態）を表すものではないとする。また、本稿における均衡とは、純粋戦略ナッシュ均衡を意味する。

1.1 諸問題

社会的ジレンマ研究に用いられる諸概念には、すくなくとも3つの問題点がある。

第1に、**協力的行為**概念の曖昧さがあげられる。社会的ジレンマ研究では、行為選択肢（戦略）に協力(C)/非協力(D)というラベルが使われる（Cは Cooperate, Dは Defect の略）。このラベルはもともと囚人のジレンマゲーム（Dawes 1975 など）で使われていたものだが（以下「ゲーム」を省略）、チキンゲーム（Taylor 1987=1995: 30）や保証ゲーム（山岸 1991: 240）でもこのラベルが使われるようになった（表 1, 2, 3）。そしてこのことはこれまで特に違和感なく受けとめられてきた。

表 1 囚人のジレンマ

| | C | D |
|---|------|-------------|
| C | 3, 3 | 1, 4 |
| D | 4, 1 | 2, 2 |

表 2 チキンゲーム

| | C | D |
|---|-------------|-------------|
| C | 3, 3 | 2, 4 |
| D | 4, 2 | 1, 1 |

表 3 保証ゲーム

| | C | D |
|---|-------------|-------------|
| C | 4, 4 | 1, 3 |
| D | 3, 1 | 2, 2 |

注. 太字は均衡を示す。他表も同様。

しかし、ゲームが拡張されれば、協力や非協力の意味合いも元の囚人のジレンマでのものとは変わってくる。すくなくとも、囚人のジレンマ、チキンゲーム、保証ゲームの3つにみられる共通の構造に依拠した形で、協力/非協力の意味が考えられるべきである。そうでなければこのラベルは類推でつけられたままになってしまうだろう。

第2に、**協力状態**概念の曖昧さがあげられる。表 1, 2, 3 の3つの2人ゲームでは、両行為者が協力をとった社会状態(C, C)が、ふつう協力状態とよばれる。一方、非協力状態はふつう(D, D)とされるが、この意味が非・協力状態であるならば、(D, C)も(C, D)も含まれるべきだろう。

第3に、特にN人ゲームにおいて、社会的ジレンマの**分類カテゴリー**の曖昧さがあげられる。うへの表 1, 2, 3 は2人ゲームの利得表であったが、ふつう社会的ジレンマはN人ゲーム（すなわち3人以上のゲーム）で定義される。しかし、社会的ジレンマ研究で用いられるN人チキンゲームとかN人保証ゲームなどの諸ゲームのクラス概念は、2人ゲームからの類

りを迎え、その後、共有知識、社会的動機、進化ゲーム理論、ネットワークなどが数理社会学におけるゲーム理論的研究に導入された。このとき、N人ゲームは構造が難しいので、2人ゲームにおいてもつばらこれらの新しいデバイスが使われた。このために、N人ゲームの分析は、木村（2002）など小数の例外の例外を除くと、理論的にはいったん下火になったものと考えられる。とはいえ、ゴミ問題等、社会的ジレンマの経験例は2人ゲーム（囚人のジレンマ）ではなく、N人ゲームのほうがはるかに多いのであり、調査、実験等の実証的研究ではやはりN人ゲームが用いられている。近年では、理論的にも大浦（2002）が集団淘汰（group selection）の再検討により、N人ゲームを再び問題にしている。

推で、全体として未整理な形で用いられている。くわえて、 N 人ゲームでは、なにを協力状態とよび、なにを非協力状態とよぶのがさらに曖昧になってくる。

以上、3点の問題を解消すべく本稿では、協力行為、協力状態、諸 N 人ゲームをシステムティックに定義する。

1.2 先行研究と本稿の目的

先行研究としては、Dawes (1975, 1980), Taylor (1987=1995), Raub (1988), 永田 (1988), Elster (1989=1997: Ch13), 瀧川 (1989), 海野 (1988), 三隅 (1993), 木村 (2002), 鈴木 (2003) などがある。しかしまず、Dawes (1975, 1980) の社会的ジレンマの定義は狭すぎる。たとえば、Taylor は N 人チキンゲームを社会的ジレンマとみなしており、これは Dawes の定義には入らない。とはいえ、Taylor (1987=1995: 56-60) も N 人チキンゲームの定義をきちんと数理化してはいない。数理化の曖昧さは、Elster (1989=1997: Ch13) にもいえる。一方、海野 (1988), 三隅 (1993), 木村 (2002) は、経験的な資源の性質を数理化するという方向性ゆえに、くわえて Dawes の社会的ジレンマ定義に依拠しているゆえに、社会的ジレンマ一般のゲーム構造そのものは十分分析してはいない。

Dawes とは対照的に、Raub (1988) および永田 (1988) の社会的ジレンマ (問題状況) の定義は広すぎる (永田と Raub は独立にほぼ同じ内容の定義をしている)。Raub は Harsanyi (1977) を参考に「問題状況」を包括的に定義しているが、特にこれは $m \times n$ 行列の一般のゲームについてのものであって、実験・調査研究でよく用いられる2選択肢ゲームとしての社会的ジレンマに特有の性質を明らかにしてはいない。一方、瀧川 (1989) は2選択肢ゲームについて構造分析を試みているが、線形の場合のみであるにもかかわらず分析が複雑ゆえ実用上使いにくい (これは利得和の概念を用いているためでもある)。また、鈴木 (2003) は比較的明確に社会的ジレンマを定式化してはいるが、ステップ財に限ったものであり、限定的過ぎる。

このように、先行研究では N 人2選択肢ゲームとしての社会的ジレンマ一般の構造はきちんと分析してはいない。よって本稿の目的は、協力行為と協力状態を定義し、そして社会的ジレンマのサブカテゴリーにあたる N 人チキンゲーム、 N 人保証ゲームなどをシステムティックに定義することによって、社会的ジレンマ研究の基盤となる諸概念を整理することにある。ただし、本稿における協力概念は、フリーライドの視点から構成する。だから本稿の協力概念が唯一絶対というわけではない。

本稿の構成を述べる。まず、第2節では、協力/非協力という行為ラベルが使われるにふさわしいゲームのクラス (協力状況) を定義する (つまり協力行為を定義する)。また、この状況において、協力状態、非協力状態なる用語を定義する。つぎに第3節では、社会的ジレンマと協力状況の関係を多元的な個人的合理性の観点から議論する。さらに、 N 人チキンゲームや N 人保証ゲームを定義する。第4節はまとめである。

2. 協力状況と協力状態

この節では、協力行為が定義される状況として、「協力状況」なるものを定義する。協力という行為の意味は、ゲーム理論的には利得構造（利得関数の組）によってきまる。

2.1 協力行為の定義

Elster (1989=1997: 152) は、協力行為 (cooperate) を「何人かが（あるいは全員が）ある行為をすればすべての人が便益を受けるような行為を、自分個人の利害に逆らって行うこと」として定義している。同著のほかの部分と照らし合わせると、「自分個人の利害に逆らう」は、明らかに被支配戦略を意味している。しかし、Taylor (1987=1995: 26, 30) は、支配戦略のない N 人チキンゲームにおいても協力行為 (cooperate) という用語を用いる。そこで本稿では基本的に、Elster の協力行為定義の拡張を試みる。

付録にあるように、“cooperate”の意味を英語辞書で調べると、“To work or act together toward a common end or purpose.”とか“**To form an association for common, usually economic, benefit**”などとある（太字は引用者による）。このように多くの辞書が“cooperate”の意味に、“a common purpose”, “end”, “aim”, “benefit”すなわち「共通の目的」や、より弱い意味での**共通の利益**を認めている。これは“cooperate”が、たんに“work together”「いっしょに働く」だけでなく、共通の利益にむかって方向づけられた行為であることを意味する²。

また、work や form an association には、明らかに労働や資金等のコストがかかる。「もっと家事に協力して」とか「募金にご協力ください」などというように、日本語の協力という言葉にもそのコストが前提にある。そこで、つぎのように「協力」を定義する。

定義 1 協力とは、（他者ととともに）コストを払うことで共通の利益をもたらしうる行為のことをいう。

「他者ととともに」に括弧をつけたのは、他者の行為を選択することはできないからである。この定義のポイントを述べよう。

1. 「コストを払う」ことは、それじたいとしては自分自身にとって不利益である。つまり、協力行為は、個人的な不利益によって、共通の利益を生みうる行為である。
2. 「共通の利益」について。たとえ自分だけしか協力しなくても、それは共通の利益を促進しうるから、協力者たる自分が利益を受け取る時はかならず、非協力者も同様の利益を受け取る。つまり、協力はこの行為者たちにとっての「公共財」を生みうる行為である。

2.2 協力行為のための必要条件

² 共通の利益は、社会にとって根幹的である。社会とは、人と人との関わりあいの総体であるが、この関わりあいは、一般形として、互いに正の外部性（利益）と負の外部性（害）をもたらしあう（いうまでもなくそのモデルがゲームである）。その特殊形として、互いに正の外部性をもたらしあうことが、典型的な共通の利益である。ただし、意味を広くとれば、共通の利益は、害がなくなることをも含む。つまり、共通の利益の本質は、「パレート改善」である。

協力行為をゲーム理論的に定式化してみよう。行為者を均質的とする。このときゲームは対称である。また行為選択枝は、協力、非協力の2つのみとする。つぎのように記号を定める。 N, m は整数とする。

- N 行為者の人数
- m 社会状態における自分自身を含めた協力者の人数, ただし $m \in [0, N]$
- $v(m)$ m 人協力しているときの, 1人あたりの共通の利益
- $c(m)$ m 人協力しているときの, 1人あたりの協力行為のコスト, $c(m) > 0$

注意点が2つある。第1に, 協力の利益 $v(m)$ も協力のコスト $c(m)$ もともに協力者の人数 m によって変化しうる。第2に, $v(m)$ は負の値, つまり共通の不利益(害)をも表すことができる。利益, 不利益の絶対量ではなく, 相対的な利益の差だけが問題である。

うへの記号を用いて, 協力行為を表現する式が満たすべき必要条件を考えよう。

第1に, 協力者だけがコスト $c(m)$ を払い, 協力者も非協力者も等しく共通の利益 $v(m)$ を受け取るから,

$$\text{協力者の利得} = v(m) - c(m), \quad \text{非協力者の利得} = v(m)$$

が成立する。したがって, 非協力者は協力者の貢献につねに「フリーライド」する,

I) 非協力者の利得 > 協力者の利得

なる関係(協力行為のコスト)が成立する(支配戦略関係ではない)。

第2に, 共通の利益について考えよう。協力行為は, コストを払っているにもかかわらず, つねに共通の利益を生むとは一般にはいえない。コストを払って協力しても, かえってだれもに不利益を与えることもある。たとえば, Elster (1989=1997: 156-8) は,

- 「一方的な軍縮は, 軍事バランスを崩すのでかえって緊張を高める」
(「過少協力」状態のパレート非効率性),
- 「パーティのあとの皿洗いは, 全員でやるとむしろ非効率」
(「過剰協力」状態のパレート非効率性)

という例をあげている。このような状況では, 協力行為は単にひとりだけが損をするというリスクだけでなく, だれもが損をするというリスクをもつ。

しかし, 協力行為がまったく共通の利益を生む可能性がなければ, それはもはや協力行為とは定義上よばれない。したがって, 協力行為が共通の利益を生むためには, すくなくとも全く協力者のいない社会状態よりはだれにとってもよいような, 協力者がいる社会状態が存在しなければならない。つまり, 協力行為には,

II) 全員非協力の状態 $<_p$ 協力者がいるある状態 ($<_p$ は狭義パレート優越関係)

という条件 (**共通の利益の存在**) が必要である。結局、この条件は「全員非協力がパレート非効率」ということである。そしてこれは、

$$v(0) < v(m_1) - c(m_1) \quad \exists m_1 \in [0, N]$$

という式と同値である。というのは、 $v(m_1) - c(m_1)$ は非協力者の利得である一方、協力者の利得は $v(m_1)$ であり、 $c(m_1) > 0$ より、 $v(0) < v(m_1)$ も成り立つので、このとき協力者、非協力者ともに、だれもが非協力者である状態 $m=0$ よりよいからだ。

2.3 協利行為のための十分条件

I) II) は、ある 2 つの行為選択肢が協力/非協力であるための必要条件であった。しかしじつは、これは十分条件でもある。このことを示そう。ある 2 つの行為選択肢 A, B において、

I) B 選択者の利得 $>$ A 選択者の利得

II) 全員 B を選択したときの結果 $<_p$ A 選択者が存在するある結果

という 2 つの関係が成立していれば、I) から A 選択者の人数を m として、

$v(m)$: = B 選択者の利得

$c(m)$: = B 選択者の利得 $- A$ 選択者の利得 (> 0)

が定義できる。このとき、 A 選択者の利得 $= v(m) - c(m)$ 、 B 選択者の利得 $= v(m)$ となり、かつ II) から選択 A が共通の利益をもたらさうから、 $c(m)$ は選択 A のコスト、 $v(m)$ は共通の利益として解釈できる (B 選択者の利得を共通の利益とよべるのは、 A 選択者のコスト c が操作的に定義されているからである)。よって、 A が「協力」であり、 B が「非協力」であることがわかる。よって、I) II) は協利行為が成立するための十分条件である。

2.4 協利行為を定義できる状況としての協利状況

結局、I) II) はうえで定義した協利行為概念の必要十分条件と考えられる。もちろん、本稿の協利行為の定義はフリーライドを念頭においたものなので、協利行為の定義がこれではなくてはいけないということではない。しかし、うえの協利行為の定義は、協利のコスト $c(m)$ が協力者 m の関数であるためにかなり広いものである。以上の議論から、つぎの「協利状況」を定義する。

定義 2 I) II) をみたす対称ゲームを**協利状況**とよぶ。

協力状況では協力的行為、非協力的行為が定義できる。協力状況は当該の行為者たちにとって、彼らに公共財の供給が社会的に求められる状況である。

2.5 2人協力状況および協力の過剰と過少

状況の理解のために、2人の場合を考えておく(表4)。この2×2対称ゲームが協力状況であるためには、

$$v(2)-c(2) > v(0) \quad \text{または} \quad v(1)-c(1) > v(0)$$

が成り立つことが必要十分である。ここで簡単のため、

$$\begin{aligned} x &:= v(2)-c(2) & y &:= v(1)-c(1) \\ z &:= v(1) & 0 &:= v(0) \end{aligned}$$

表4 2人ゲームでの協力状況

| | 協力 | 非協力 |
|-----|------------------------|-------------------|
| 協力 | $v(2)-c(2), v(2)-c(2)$ | $v(1)-c(1), v(1)$ |
| 非協力 | $v(1), v(1)-c(1)$ | $v(0), v(0)$ |

表5 表4の略記

| | 協力 | 非協力 |
|-----|--------|--------|
| 協力 | x, x | y, z |
| 非協力 | z, y | $0, 0$ |

とする(表5)。このときうへの不等式は、 $(x > 0 \text{ または } y > 0)$ かつ $(z > y)$ とかける。このような対称ゲームを選好順序だけでかいてみると、つぎのようになる。

① $x > z > y > 0$

② $x > z > 0 > y$

③ $x > 0 > z > y$

④ $z > x > y > 0$

⑤ $z > y > x > 0$

⑥ $z > x > 0 > y$

⑦ $z > y > 0 > x$

表6 2人ゲームでの具体的な協力状況

| | C | D | ①円満 | ②保証 | ③調整 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| C | x, x | y, z | 3, 3 | 2, 2 | 1, 1 |
| D | z, y | $0, 0$ | $2, 1$ | $1, -1$ | $-1, -2$ |
| | ④チキン | ⑤指導者 | ⑥囚人 | ⑦英雄 | |
| | 2, 2 | 1, 3 | $1, 1$ | 1, 1 | $-1, -1$ |
| | 3, 1 | $0, 0$ | 3, 2 | $2, -1$ | 2, 1 |

このような7つのゲームを表6にまとめておく。2×2対称ゲームは12種類あるので(武藤2004)、その半数以上が協力状況ということになる。表6の太字は均衡、下線部は後に定義する「協力状態」である。利得の数字は、順序のみに意味があり、基数的な意味はない。いずれも第1の選択Cが協力であり、第2の選択Dが非協力である。協力状況は、これら有名なゲームに共通の構造なのである。以下の4点について簡単に分析しておく。

- 個人的に最善な状態とナッシュ均衡について。①②③は全員協力(C, C)が個人的に最善の状態である(全員協力はナッシュ均衡でもある)。④⑤⑥⑦では、自分是非協力で相

手から一方的に協力してもらうのが個人的に最善の状態である(よって全員協力はナッシュ均衡でない)。このうち④⑤⑦は多型状態(C, D), (D, C)が均衡であり, これらは広義のチキンゲームといえる(チキンゲームの厳密な定義は後述)。

- 支配戦略について. ①では協力が支配戦略となっており, ⑥では非協力が支配戦略になっている。ほかのゲームでは支配戦略はない。
- 協力の個人的なリスクについて. ②③⑥⑦では協力が個人的に最悪の結果を起こしうる。ここでは, 非協力がマクスマニ戦略でもある。
- 協力の集団的なリスクについて. 協力はいつも望ましいとは限らず, 集団的なリスクを含む場合がある。これは, 協力の過少・過剰の問題である。
 - ③のある種の「調整ゲーム」では, 一方的な協力が, かえって全員非協力に対してパレート劣位になる**重度の過少協力**状態をひきおこす。
 - ⑦「英雄ゲーム」では, 全員協力が, かえって全員非協力に対してパレート劣位になる**重度の過剰協力**状態をひきおこす³。

当然, 重度の過少協力・過剰協力状態はパレート非効率である。一方, 軽度の協力の過少, 過剰をつぎのように考える。

- ①②では一方的な協力が, 全員非協力に対してパレート劣位になるわけではないが, パレート非効率的になる**軽度の過少協力**状態をひきおこす。
- ⑤では全員協力が, 全員非協力に対してパレート劣位になるわけではないが, パレート非効率的になる**軽度の過剰協力**をひきおこす。
- ④⑥では過少協力, 過剰協力といえる社会状態はない。

2.6 協力状態の定義

全員非協力が望ましくないのは, パレート非効率だからである。その反対概念である協力状態は, 当然, パレート効率的であるべきだろう。これは協力状況にみられる共通の利益の一側面である。

しかし, 社会状態が単にパレート効率的であるだけでは, 協力状態とはふつうよばれない。たとえば, 表 6⑥の囚人のジレンマでは, (C, C)だけが協力状態とよばれ, (D, C)と(C, D)はパレート効率的であるにもかかわらず, 協力状態とはよばれない。つまり, 協力状態は, 全員非

³ たとえば, だれもが協力的だと息苦しいということはよくある。適度にだれかがサボっているときのほうがうまくいくことは多い。だれもがあまりに協力的ゆえすすんで仕事をやろうとして, 仕事の奪い合いや路線の対立などが起こり, いわゆる「内ゲバ」が起こって集団そのものが崩壊してしまうというのが英雄ゲームである。

協力に対してパレート改善されていることが必要だろう。これは共通の利益のもうひとつの側面である。以上から、協力状態をつぎのように定義する。

定義 3 協力状態とは、全員非協力に対してパレート優位、かつパレート効率的な社会状態のことをいう。

協力状態以外の社会状態を「非協力状態」とよぶ。したがって全員非協力以外の非協力状態も一般に存在する。表 6 において協力状態を下線で示した（それ以外が非協力状態）。

2人協力状況の①～④,⑥は、全員協力(C, C)がパレート効率的かつ(D, D)にパレート優位であり、協力状態といえる。一方、⑤,⑦では、(C, C)がパレート非効率である。特に、⑦の英雄ゲームは重度の過剰協力が起こりうる（全員が英雄であろうとして争いが起こる）。結局、⑤,⑦の場合には、(D, C)と(C, D)のみを協力状態とよぶべきだろう。

ただし、④のチキンゲームでは、やや直感に反し、(D, C)と(C, D)はパレート効率的かつパレート改善されたものであり、これらも協力状態とよぶことになる。しかし、⑤や⑦において(D, C)と(C, D)が協力状態とよばれるのであれば、チキンゲームにおいてもこれらを協力状態とよんでもおかしくはない。

N人ゲームにおける協力状態の基本的な性質を述べよう。

定理（協力状態の存在） 協力状況では、協力状態がつねに存在する。

証明) II) より、協力状況では、全員非協力に対してパレート優位な社会状態 α が存在する。 α がもしもパレート非効率であれば、その α に対してパレート優位な社会状態 β が存在する。行為者は N 人であり、社会状態は 2^N 個で有限であるから、この操作は有限回で終わり、パレート効率的な社会状態 ω が存在して、全員非協力に対してパレート優位となる。この ω が協力状態である（証明終）。

協力状態は、かならずしも均衡ではない（たとえば表 6 の⑥「囚人のジレンマ」）。

協力状態は、複数存在しうる（たとえば表 6 の④「チキンゲーム」）。

2.7 他の協力行為定義の可能性

他の協力行為（協力状況）の定義の可能性を考えておこう。まず、I) に対して、協力行為にコストがかからない場合とコストがむしろマイナスである場合が考えられる。この場合、非協力者の利得より協力者の利得のほうが大きくなりうる。これは、他者を出し抜けば全体的にもよくなりうる、という状況である。ここでは、個人的な行為と社会との間に緊張関係はない。つまり、ここではフリーライドが存在しない可能性がある。この状況を数理モデル化することもできるが、本稿では、協力という概念をフリーライドと関連させて定義したいゆえ I) という条件を課した。

なお、もしも I) を仮定しないならば、2つの選択を協力と非協別に区別するメルクマール

には、どのようなものがあるだろうか。たとえば、

I') 全員が選択 1 をとった状態と、全員が選択 2 をとった状態という両極を考えたとき、パレート優位になるほうの選択を協力、もう一方を非協力とよぶ

というものがあえよう。このとき II) の条件は自然に満たされる。しかし I') だけでは、両極のうちのパレート優位な「全員協力」状態でもパレート非効率である可能性がある（つまり軽度の過剰協力）。

そこで、いま、選択 A を全員がとっている状態が、選択 B を全員がとっている状態に対してパレート優位であるとし（すなわち、選択 A=協力、選択 B=非協力）、かつ、どちらの状態もパレート非効率であるとしよう。この状況では、選択 A と選択 B が混在する「協力状態」が存在して両極に対してパレート優位であり、かつパレート効率的である。このとき、この協力状態において 2 つの選択肢の一方を協力とよび、もう一方を非協力とよぶべき積極的な理由はない。なぜなら、どちらの選択肢もこの協力状態には欠かせず、どちらかを非協力とはいえないからである（このことはじつは I) II) によって定義される協力状況においてもいえるのだが、I) II) では非協力のほうが協力よりつねに利得が高いという非対称性があるから問題はない）。

よって、I') の仮定のもとでは、II') 全員協力がパレート効率的である、という第 2 の仮定が必要になる。しかし、この場合には Elster (1989=1997: 156-8) が問題にした「過剰協力」という興味深い問題が扱えなくなる。具体的には、表 6 の⑤指導者ゲームと⑦英雄ゲームを協力状況から排除することになる。しかし本稿では、これら 2 つのゲームも協力状況（社会的ジレンマ）として扱いたい。後述するように、これが制度の存立と関係するからである。

なお、協力ゲーム理論における協力概念は、「提携」coalition を意味する。協力ゲームでは、協力行為とそれに伴うコストは考えていない。ただし提携概念は、本稿における協力状態（パレート効率性とパレート改善）を前提にしている。

3. 社会的ジレンマと協力状況

この節では、先行研究において考えられてきた多くの社会的ジレンマの定式化が、協力状況であることを示す。なお、この節における選択 C, D は前節において定義した協力、非協力とはさしあたり別物とする。

3.1 既存の社会的ジレンマ定義の問題点

社会的ジレンマの本質は、「個人的合理性と社会的合理性の乖離」にあるとされる（木村 2002: 20）。社会的合理性は、平等性などもありえるが、ふつうはパレート効率性とされる。一方、個人的合理性には幅がある。たとえば、Dawes (1980) は個人的合理性を支配戦略としてとらえ、社会的ジレンマをわかりやすい形で定式化している⁴。

⁴ Dawes (1975) では、(1)(2)以外に「 $C(m)$, $D(m)$ は単調増加」、 「協力者が増加すると、全行為者の総

定義 4 Dawes による社会的ジレンマとは、次の条件(1)(2)をみたす行為選択肢 C, D をもつ N 人 2 選択肢対称ゲーム (= 2^N 対称ゲーム) である.

- (1) $D(m-1) > C(m) \quad \forall m \in \{1, \dots, N\}$
 (2) $D(0) < C(N)$

ここで、 m は自分自身を含む C 選択者の人数であり、 $D(m)$ は D 選択者の利得、 $C(m)$ は C 選択者の利得である。よって $C(m)$ の定義域は $\{1, \dots, N\}$ であり、 $D(m)$ の定義域は $\{0, \dots, N-1\}$ である。なお、 $D(m), C(m)$ は減少しうるから、この状況は意外に一般的ではある。

(1)(2) を満たす状況は、「 N 人囚人のジレンマ」とよばれる ($N=2$ の場合に通常の囚人のジレンマに一致する)。(1) は D が **強支配戦略** であることを意味し、(2) は全員 D ($m=0$) が全員 C ($m=N$) に対してパレート劣位であることを意味する。つまり(1)(2)は、だれもが個人的に合理的な強支配戦略 (D) を選択すれば、社会的に非合理的なパレート非効率状態を帰結してしまう、ということ を主張する。

このような状況の構造から、ふつう C は「協力」、 D は「非協力」とよばれるが、これらははたして前節の協力行為の条件 I) II) を満たすのだろうか。このことの吟味も含めて、既存の社会的ジレンマの定義に対して 4 つの問題点 (①パレート劣位条件(2)の限定性、②支配戦略条件(1)の限定性、③パレート非効率均衡の限定性、④逆転現象) をあげる。

問題点 1 パレート劣位条件(2)の限定性 (2)の本質は、個人的に合理的な選択 D をだれもがとるとパレート非効率になる点にあるので、特に全員 C が全員 D に対してパレート優位である必要はない。したがってこの条件は、

$$(2)' \quad D(0) < C(m_1), D(m_1) \quad \exists m_1 \in \{1, \dots, N\} \quad \text{ただし } D(N) \text{ は定義できない}$$

におきかえられるべきである⁵。じっさい、Elster (1989=1997: 152) は社会的ジレンマを条件(1)と(2)'で定式化している。条件(2)'は、 $D(0) > C(N)$ がありうること、すなわち過剰協力の可能性を暗示している。

問題点 2 支配戦略条件(1)の限定性 個人的な合理性は、(1)が意味する強支配戦略に還元さ

利得をも増加する」という 2 つの条件をつけて社会的ジレンマをさらに狭く定義している。海野 (1988) に詳しい。

⁵ ただし、 $C(m)$ が非減少であること (= 選択 C が負の外部性を他の C 選択者に与えない) を仮定すれば、(2) ⇔ (2)' がいえる。証明) (→) は明らかなので、(←) を証明しておこう (これもほぼ自明だが)。 $C(m) \leq C(m+1)$ とする。したがって任意の m に対して、 $C(m) \leq C(N)$ が成立する。よって、(2)' からある m_1 に対して $D(0) < C(m_1)$ が成立すれば、(2) $D(0) < C(N)$ が成立する (証明終)。

れるものではない。それはナッシュ均衡として表現されてもよい⁶。したがって支配戦略が存在しない状況でも、「すべてのナッシュ均衡がパレート非効率」〔Raubおよび永田による社会的ジレンマ定義〕であれば社会的ジレンマとして考えられる (Raub 1988, 永田 1988)。(1)は、社会的ジレンマ一般の定義には狭すぎるのである。

問題点 3 パレート非効率均衡の限定性 そうかといって(1)を「すべてのナッシュ均衡がパレート非効率」におきかえるだけでは社会的ジレンマを包括できない。ナッシュ均衡がパレート効率的でありうる *N* 人チキンゲームも社会的ジレンマに含めるべきという議論があるからだ (Taylor 1987=1995: 2 章, 木村 2002: 22)。このとき条件(1)をどのような条件におきかえるべきかは次節で議論する。

問題点 4 逆転現象 以上の 3 つの問題点が基本的には社会的ジレンマの Dawes 定義が狭すぎることを問題にする一方、第 4 の問題点は、それが広すぎることを問題にする。この問題点は本稿独自のものである。Dawes 定義の問題条件(1)(2)だけだと、 $D(m)$ と $C(m)$ がともに減少することがある場合に $D(m) < C(m)$ となることがある⁷。したがって I) により、この状況は協力状況ではない。すなわち、条件(1)(2)で定まる *C*を「協力」、*D*を「非協力」とよぶことは一般にはできない。たとえば、 $D(0)=0, C(1)=-1, D(1)=4, C(2)=3, D(2)=2, C(3)=1$ となる 3 人ゲームを考えよう (表 7)。この表では条件(1)として、任意の $D(m-1)$ より、その右下のセルの $C(m)$ は小さくなる。また条件(2)として、最も左上の $D(0)$ より最も右下の $C(3)$ のほうが大きい。よって、このゲームは(1)(2)をみたす。その一方、 $m=2$ では $D(m) < C(m)$ である。したがって Dawes の社会的ジレンマは協力状況に包含されない。

表 7 Dawes 定義での逆転現象

| <i>C</i> の人数 <i>m</i> | 0 | 1 | 2 | 3 |
|-----------------------|---|----|----------|---|
| <i>D</i> (<i>m</i>) | 0 | 4 | <u>2</u> | - |
| <i>C</i> (<i>m</i>) | - | -1 | <u>3</u> | 1 |

注. 太線部は均衡を示す。他表も同様。

その一方で、協力状況では支配戦略の組がパレート効率的となる場合があり (たとえば円満ゲーム (表 6①, 表 8)), この場合は古典的なゲーム理論の範囲では明らかに社会的ジレンマではない。よって、協力状況と Dawes の社会的ジレンマは、論理的には独立なのである。しかし多くの社会的ジレンマ研究では、

$$(3) \quad D(m) > C(m) \quad \forall m \in \{1, \dots, N-1\}$$

を事実上仮定している。この式の必要性を次節で考える。

⁶ 支配戦略が他者の戦略を顧みない「個別的」合理性を意味するのに対して、ナッシュ均衡戦略は他者の戦略と相関的にとられるから個別的ではない (丸田 1991)。しかし、それは自身の利得を最大化するという点で「個人的」合理性にかなう。

⁷ この点、Dawes (1975) では、このようなことは起こらない。 $C(m)$ が非減少関数であれば、 $m=1, 2, \dots, N$ に対して $C(m) \leq C(m+1) < D(m)$ だからつねに $D(m) > C(m)$ が成り立つ。

3.2 社会的ジレンマは協力状況に含まれる

問題点2「支配戦略条件(1)の限定性」に対するRaubおよび永田の代替案は、行為選択肢が3個以上のゲームをも対象にしていた。しかし本稿ではこの方向は考えず、簡潔のため最も基本的な2選択肢の場合のみを考える⁸。

問題点3「パレート非効率的均衡の限定性」は、 N 人チキンゲームをも社会的ジレンマに含めようという議論から出てきた。 N 人チキンゲームの本質は、Taylor (1987=1995: 56-60) によれば**先手コミットメント**のインセンティブの存在にある。これは**全員 C がナッシュ均衡ではなく、かつ $D(m^*) > C(m^*) (> D(0))$ をみたく多型ナッシュ均衡が存在すること**を意味する⁹[Taylorによる N 人チキンゲームの定義]。この状況は、多型均衡の実現を意図して「先に」 D を選択すれば他者に C を強制できるけれども(=先手コミットメント)、だれもがそのように考えて行為選択すれば全員 D (パレート非効率)が帰結してしまう、というものである。先手コミットメントを個人的合理性として考えることで、この状況もやはり社会的ジレンマ(個人的合理性と社会的合理性の乖離)として考えられるだろう。このときいうまでもなく、先手コミットメントは、フリーライダー問題のキー概念である。

問題点4「逆転現象」の観点から、さらに N 人チキンゲームを考えてみよう。Taylorは、 D 選択者が有利な多型均衡と全員 D (均衡でなくてもよい)のみを実現可能な社会状態として考えている。しかし、現実にはもちろん理論上でさえかならずしもそれらの社会状態が実現するとは予測できない。なぜなら、支配戦略の場合とは異なり、ゲーム理論の個人合理的な推論は、「ひとたびナッシュ均衡が実現すればだれもそこから動かない」と予測するだけで、「**ナッシュ均衡戦略を行為者が選択する**」とまでは予測しないからだ。よって、 $D(m) < C(m)$ なる均衡外の社会状態がありえれば、 D が個人合理的な選択であるとは断定しにくくなる。

すくなくとも進化的過程を考えれば、 $D(m) < C(m)$ なるある状態が一定期間実現すれば D は C に淘汰される(利得単調性)。あるいはこのことを合理的に考えられるとすれば、行為者は C をとりうるので D の個人的な合理性は弱まる。このような**自分の利得^{マイナス} - 他者の利得**という相対的利得を最大化する原理を**進化的合理性**とよぶ¹⁰。進化的合理性は個人的合理性の一種としてカウントできよう。したがって、 N 人チキンゲームにおいて D が確実に個人合理的な選択であるためには、条件(3)が必要になる。

⁸ もっと積極的に2選択肢社会的ジレンマを位置づけることもできる。2選択肢はなにかをする/しない、という根本的な二項対立にもとづくことで「ゲームの外部がない」ということと「相互行為のルールから逸脱する/しない」という特別な意味をもつからだ(武藤 2005a)。

⁹ 多型とは異なる行為の選択者がいる状態のこと。

¹⁰ 相対的利得の最大化は、社会的動機としては競争主義とよばれる(土場 1995)。競争主義あるいは進化的合理性は、いわゆる嫌がらせ(スパイト)行動に象徴的である。戦略や社会的動機や遺伝子を抽象した進化の単位をタイプとよぼう。進化するタイプ(=シェアを拡大するタイプ)は、他者に対して相対的に利得が高いタイプである(利得単調性)。したがって、スパイト行動や競争主義はあらゆる N 人ゲームの協力状況[I], II]で進化する。一方、状況が2人ゲームのランダムマッチングの場合、これらの進化はゲームによって条件づけられている。たとえばチキンゲームでは競争主義(非協力戦略)は一定の範囲までしかシェアを拡大できない。なお、利得単調性についてはWeibull (1995=1998: 182) 参照。

まったく同様に、個人的合理性としての進化的合理性を考えると、2 選択肢社会的ジレンマ一般においても(3)は必要になる。じっさい、山岸 (1989) や木村 (2002) に登場するほとんどの社会的ジレンマの具体例では、この条件が仮定されている。結局、先手コミットメントは、進化的過程の考慮によって拡張される。このときもちろん、(3)はフリーライドが実行されるための十分条件である。

翻って問題点 1「パレート劣位条件(1)の限定性」にかんして、前述したように Elser (1989=1997) は社会的ジレンマを(1)と(2)'で定式化しているが、条件(3)を明示してはいない。そこで(3)を仮定すれば、条件(2)'は、さらに簡潔に、

$$[2] \quad D(0) < C(m_1) \quad \exists m_1 \in \{1, \dots, N\}$$

とかくことができる。

結局、ナッシュ均衡戦略、先手コミットメント、進化的合理性という多元的な個人的合理性を考えていくと、条件(1)「支配戦略条件」は社会的ジレンマには不要であり、かわりに条件(3)が必要であることがわかった。そこで(1)を条件(3)におきかえ、これを条件[1]と改めよう。これと上の[2]を併せると、社会的ジレンマはつぎの 2 条件をみたす必要がある。

社会的ジレンマの必要条件

$$[1] \quad D(m) > C(m) \quad \forall m \in \{1, \dots, N-1\} \quad \text{協利行為のコスト}$$

$$[2] \quad D(0) < C(m_1) \quad \exists m_1 \in \{1, \dots, N\} \quad \text{共通の利益の存在}$$

明らかに、[1]=I), [2]=II) がいえる。つまり、個人的合理性が多様な意味を容れることで、社会的ジレンマは協力状況(公共財供給状況)に包含される(社会的ジレンマ \subseteq 協力状況)。よって、[1][2]の成立をもって C を協利行為、 D を非協利行為とよぶ。第 2 節の記号を用いれば、共通の利益 $v(m)$ とコスト $c(m) > 0$ を用いて、協力者の利得 $C(m)$ と非協力者の利得 $D(m)$ をつぎのようにかける。

$$C(m) = v(m) - c(m), \quad D(m) = v(m)$$

これまで公共財供給状況は社会的ジレンマの一種として考えられてきたから(木村 2002: 20-30)、これはすこし奇妙にもみえる。しかし、もともと公共財供給状況は表 6①円満ゲームの例にみたように、個人的合理性と社会的合理性の「乖離」のない状況をも含むのである¹¹。

結局、Dawes 定義においては社会的ジレンマと協力状況は独立だったが、個人の多元的合理性に照らして社会的ジレンマを拡張かつ精緻化していくと、社会的ジレンマは、協力状況に包

¹¹ 「乖離のない状況」は公共財の価値 $v(m)$ の傾き $v(m+1) - v(m)$ が大きい場合、すなわち

$D(m) < C(m+1) \Leftrightarrow v(m) < v(m+1) - c(m+1) \Leftrightarrow v(m+1) - v(m) > c(m+1)$ が任意の m で成り立つ場合である。つまり 1 人の協利のコストよりもそれによる 1 人あたりの利益のほうが大きい場合には、「乖離」はないのである。しかしこのような状況は人数が多いほど稀だろう(大集団のジレンマ)。

含まれる。

ただし、[1][2]はこのままでは社会的ジレンマ（二水準の合理性の「乖離」）に対する十分条件ではない。しかし、次節にみるように、進化的視点ではこれは異なってくる。

4. 協力状況のサブカテゴリー

この節では、協力状況の下位のゲームのクラスである N 人囚人のジレンマ、 N 人チキンゲーム、 N 人保障ゲーム、 N 人円満ゲームを「均衡の配置」という視点から統一的に定義する。そしてこの4つのゲームがそれぞれ4つの個人的合理性すなわち、支配戦略、先手コミットメント、マクスミニ戦略、進化的合理性に対応した社会的ジレンマであることを明らかにする。

4.1 種々の N 人ゲームの定義

ゲーム理論的な分析軸は、当然ながら均衡による。ここで、条件[1][2]を満たす状況には均衡が存在することが証明できる（武藤 2005b）。したがって、均衡が存在すればそこで協力者数 m^* が $0 \sim N$ をとるので、図 1 が得られる。協力状況の条件[1][2]の下で、純粋型として、つぎの N 人ゲームのクラスを均衡の配置によって操作的に定義する。

定義 5

| | |
|--------------|---|
| N 人囚人のジレンマ | ⇔ 均衡が全員非協力 ($m^*=0$) のみからなる |
| N 人円満ゲーム | ⇔ 均衡が全員協力 ($m^*=N$) のみからなる |
| N 人チキンゲーム | ⇔ 均衡が多型状態 ($m^* \in [1, N-1]$) のみからなる |

言い換えれば、チキンゲームとは、全員協力および全員非協力がいずれも均衡になっていないゲームとして定義される。すなわちチキンゲームとは、すべての均衡が協力者と非協力者が混在する多型状態からなるゲームのことである。

定義5の3つのゲームは典型的なもので、これらだけで協力状況を埋め尽くすわけではなく、たとえば N 人囚人のジレンマと N 人円満ゲームの「あいこの」のような、これらの中間的な状況が存在する。さらに各ゲームのクラスについていくつか注意点がある。

- N 人囚人のジレンマでは**非協力が強支配戦略**であることが証明できる (ibid)。したがって、この N 人囚人のジレンマ定義は、Elster (1989=1997: 152) の社会的ジレンマ定義=条件(1)(2)'に一致する。
- N 人円満ゲームでは**協力が強支配戦略**であることが証明できる。また、その組である**全員協力 $m=N$ が唯一のパレート効率状態**であることが証明できる（武藤 2005b）。つまり N 人円満ゲームでは、全員協力が唯一の協力状態でありかつ唯一の均衡である。なお、 N 人円満ゲームは、非協力者のほうが協力者より利得が高いが（条件[1]）、だれかが協力したほうがよいとだれもが思っており（条件[2]）、しかもだれもが協力をしたいと思っている（協力が支配戦略）、という状況である。

- N 人チキンゲームの定義では、Taylor (1987) のものと異なり、 $m=0$ が均衡ではないことが要請される。しかしこの定義は Taylor の先手コミットメントの考え方を継承している。これは純粋型という都合である。また、協力者数 m を異にする複数の均衡が存在する場合もある。いずれにしても、**全員非協力に対してパレート優位な多型均衡が存在**することが証明できる (武藤 2005b)。

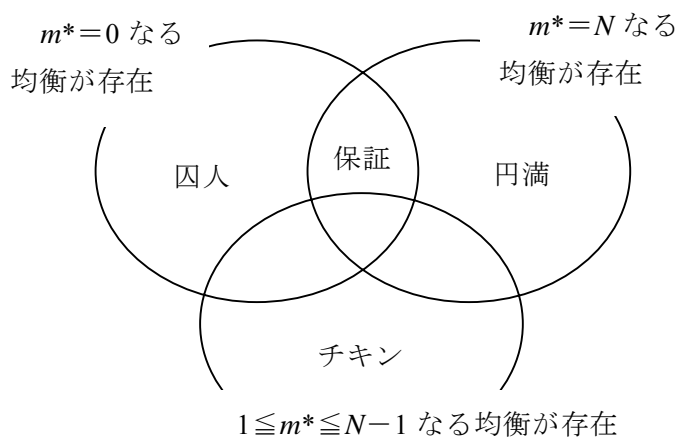


図 1 協力状況のサブカテゴリ

N 人保証ゲームを、 N 人囚人のジレンマと N 人円満ゲームの「あいのこ」として定義する。

定義 6 N 人保証ゲーム \Leftrightarrow 全員非協力 ($m^*=0$) と全員協力 ($m^*=N$) が均衡で、かつ均衡はこれらのみである。

- N 人保証ゲームでは、非協力が**マクスミニ戦略**であることが証明できる (ibid)。そして、マクスミニ戦略を個人的合理性として考えることもできるので、 N 人保証ゲームも社会的ジレンマとして考えられる (次項)。なお、 N 人保証ゲームでは、よく知られた**分水嶺** (critical mass) が存在することが証明できる (ibid)。

N 人囚人のジレンマ、 N 人円満ゲーム、 N 人保証ゲームがかなり特殊な協力状況である一方、 N 人チキンゲームは、かなり一般的な協力状況である。このような違いは、先行研究ではほとんど意識されていなかった。 N 人チキンゲームの内訳は多様で複雑である。

4.2 N 人保証ゲームとマクスミニ戦略

Taylor (1987) は N 人保証ゲームそのものを社会的ジレンマとは考えていない。 N 人保証ゲームでは全員 D だけでなく、全員 C も均衡になるからだ。一方、森村 (1987) は、社会的ジレンマというわけではないが、ホップズの自然状態が囚人のジレンマだけでなく、保証ゲームとしても考えられると論じている (ただし 2 人ゲームでの議論だが)。なぜなら表 3 にみるように、2 人保証ゲームでは、相手が協力しないときに自分が協力すれば、その結果は最悪とな

るからだ（したがってこのとき非協力 D はマクスミニ戦略である）。

このようにチキンゲームとは異なり、保証ゲームでは協力 C がリスクを伴う。この点を敷衍して、 N 人保証ゲームを社会的ジレンマとみなすことができる。このとき、個人的合理性にあたるものが「マクスミニ戦略」である。**マクスミニ戦略**とは、それをとったときに起こりうる最悪の結果が最もましになるような戦略のことである。

マクスミニ戦略は、ゼロサムゲームのときのみ有効で、非ゼロサムゲームでは意味がないと一般には考えられている。しかし、**現実の相互行為状況では、かならずしも他者が合理的であるとは限らない**。そのような相手がナッシュ均衡戦略をとる保証はどこにもない。このような場合には、マクスミニ戦略を用いて最悪の結果を回避するという手は、ひとつの個人的合理性の表現である。

もっとも、相手に合理性を仮定できないときには、マクスミニ戦略だけではなく、似た構造をもつ「ラプラス戦略」と「マクシマクス戦略」にも個人的合理性があるといえよう。**ラプラス戦略**とは、それをとったときに起こりうる結果の平均が最もよくなるような戦略のことである。**マクシマクス戦略**とは、それをとったときに起こりうる最高の結果が最もよくなるような戦略のことである。

しかし、この3つのなかではマクスミニ戦略だけが「保証水準」を明確にすることができる。**保証水準**とは、当該の状況で相手がどんなことをしてきても、マクスミニ戦略をとることによって最低限確保できる利得である。このように、マクスミニ戦略は、 N 人ゲームという幾重にも不確定な状況に、保証水準という確定的な利得を保証する。この「確定性」、簡単にいえば「確実さ」という点で、マクスミニ戦略は、ラプラス戦略やマクシマクス戦略に比べて個人合理的であると考えることができる。

つまり、非ゼロサムゲームでは無視されてきたマクスミニ戦略も、他者がかならずしも合理的に振舞うとは限らない現実の相互行為では、確実さという点で考慮に値する個人的合理性なのである。よって、**マクスミニ戦略の組がパレート非効率になる**状況を、社会的ジレンマの一種として考えることができる。

結局、保障ゲームでは、協力行為は個人的に最悪の結果を招きうる。そのため、だれもがそれを回避しようとするれば全員非協力＝パレート非効率が帰結するのである¹²（表8参照）。

¹² なお、保証ゲームの議論でよく用いられるリスク支配戦略は、その前提にナッシュ均衡戦略をとることを想定しているため、すでに他者の合理性を前提にしている（Harsanyi and Selten 1988, 岡田 1995: 377）。そのうえで立場を交換して期待利得計算を比較することが必要であり、それじたいとしては、社会学的には合理性を要求しすぎる（本稿では、経済学におけるゲーム理論とは異なり、確率や利得和を行為者が計算するという仮定は入れない）。ただし、Kandori et al. (1993) のように、リスク支配戦略を進化論的に限定合理性の下で解釈する議論もあるので、リスク支配戦略にかんする議論すべてを棄却することはできない。しかし、本稿のような古典的なゲーム理論の枠組みでは、このリスク支配戦略は合理的すぎるゆえ、考えない。

表 8 N 人保証ゲーム

| C の人数 m | 0 | 1 | 2 | 3 |
|-------------|---|-----|-----|---|
| $D(m)$ | 0 | 0 | 0 | - |
| $C(m)$ | - | -10 | -10 | 1 |

4.3 N 人円満ゲームと進化的合理性

繰り返しになるが、 N 人円満ゲーム (表 9) は、社会的ジレンマとは通常考えられていない。ところが、進化的合理性を考慮すると、 N 人円満ゲームも一種の社会的ジレンマとして考えられる。なぜなら、進化的合理性の下では、協力が強支配戦略であるにもかかわらず、全員協力は均衡ではあっても安定ではないからだ (進化ゲームの解概念は均衡ではなく安定性である)。すなわち、だれかが全員協力から逸脱すれば、すべての者の利得は下がるけれども、あらゆる社会状態において非協力をとる逸脱者は協力者より利得が高いために、利得単調性 (模倣や学習や教育) にもとづいて増加していく。このとき、協力者は淘汰され、全員非協力が実現する。これは N 人円満ゲームと 2 人円満ゲームのランダムマッチングとの大きな違いである¹³。

このことは、 N 人円満ゲームだけでなく、すべての協力状況においていえる。したがって、進化的合理性を考慮するならば、条件[1][2]は、社会的ジレンマであるための十分条件でもあることになる (4 つの個人的合理性: 進化的合理性, マクスマニ戦略, 強支配戦略, 先手コミットメントは互いに打ち消しあうものではない)。つまり、進化的にみれば, [1][2] は社会的ジレンマの必要十分条件なのである。

表 9 N 人円満ゲーム

| C の人数 m | 0 | 1 | 2 | 3 |
|-------------|---|---|---|---|
| $D(m)$ | 0 | 2 | 4 | - |
| $C(m)$ | - | 1 | 3 | 5 |

4.4 過剰協力・集団淘汰・制度

2.5 節で述べたように、協力はある状況において全員非協力 $m^*=0$ よりも悪い結果をもたらすことがある。たとえば、野外パーティのあと、全員で芝生のうへのゴミを拾ったならば、芝生がダメになってしまい、だれにとっても最悪の結果となる (Elster 1989=1997: 157)。これは重度の過剰協力である。重度の過剰協力は、 N 人チキンゲームの一種である N 人英雄ゲーム (表 10)、 N 人囚人のジレンマ (表 11)、 N 人保証ゲーム (表

表 10 過剰協力 (N 人英雄ゲーム)

| C の人数 m | 0 | 1 | 2 | 3 |
|-------------|---|---|---|----|
| $D(m)$ | 0 | 2 | 1 | - |
| $C(m)$ | - | 1 | 0 | -1 |

表 11 過剰協力 (N 人囚人のジレンマ)

| C の人数 m | 0 | 1 | 2 | 3 |
|-------------|---|----|---|----|
| $D(m)$ | 0 | 2 | 4 | - |
| $C(m)$ | - | -1 | 1 | -1 |

¹³ 強支配戦略の組は、ランダムマッチング下のレプリケータダイナミクスにおいて漸近安定である。なぜなら、強支配戦略以外の強支配される戦略はすべて淘汰されるからである。Weibull (1995=1998: 103) 参照のこと。

12) など円満ゲーム以外の協力状況で起こりうる。

表 12 過剰協力 (N 人保証ゲーム)

| C の人数 m | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------|---|----|---|----|----|
| $D(m)$ | 0 | 2 | 2 | -2 | - |
| $C(m)$ | - | -1 | 1 | -3 | -1 |

進化的合理性を考えると、このような重度の過剰協力のある社会的ジレンマでは、集団淘汰 (group selection) による協力状態の実現も不可能になる¹⁴。なぜなら、集団淘汰では、当の集団が協力者のみからなる場合にだけ進化する (シェアを拡大する) が、重度の過剰協力がある場合では、協力者のみの集団は非協力者のみの集団に淘汰されるからである。

したがって、重度の過剰協力が存在する場合には、協力者と非協力者が順番に交代するような制度や協力者に報奨を与えるような制度を導入しなければ、社会的ジレンマは解決できない。しかし、これは上位下位あるいは指導者を要する組織や民主主義のような制度を考えていくうえできわめて示唆に富むのではないだろうか。これは非対称性としての権力の問題とももちろん関係してくる。また、集団は国家や企業やNPOなど、社会学の中心的概念でもある¹⁵。従来の研究では、進化は慣習と関係づけられてきた一方、集団や制度にはあまり接点がなかった。この重度の「過剰協力」を介して、進化・集団・制度の関係を議論していくことができるだろう。

5. おわりに

本稿の内容をまとめておこう。本稿では、まず、フリーライダー問題に準拠して、「協力行為」が定義される状況としての「協力状況」を、I) 協力のコストとII) 共通の利益の存在 (= [1][2]) によって定義した。つぎに、これを起点として、協力状態を定義し、さらに協力状況のサブカテゴリーとして、 N 人囚人のジレンマ、 N 人円満ゲーム、 N 人保証ゲーム、 N 人チキンゲームを均衡の配置によって操作的に定義した。これらはそれぞれ異質な個人的合理性によって特徴づけられることにより、社会的ジレンマとして考えることができた (表 13 にまとめた)。

¹⁴ 社会学における集団淘汰のモデルには、大浦 (2002)、金井 (2003) などがある。

¹⁵ 佐藤 (1995) は、ウェーバーのプロテスタンティズムの議論を発展させ、ゼクテという集団が会社の母体となることが、近代資本主義社会の成立にとって重要であったことを明らかにしている。「会社によって社会をつくる」のである。ゼクテ (会社) では、集団間を比較的自由に移動できる。本報告書に本稿とは別の論文として収められている諸々の実験的研究は、このような文脈から解釈できるだろう。

表 13 協力状況のサブカテゴリーと個人的合理性

| ジレンマ分類 | 操作的定義 | 個人的合理性 |
|--------------|----------------------|-----------|
| N 人囚人のジレンマ | 均衡が $m^*=0$ のみ | 強支配戦略 |
| N 人円満ゲーム | 均衡が $m^*=N$ のみ | 進化的合理性 |
| N 人チキンゲーム | 均衡が $\neq 0, N$ | 先手コミットメント |
| N 人保証ゲーム | 均衡が $m^*=0$ と N のみ | マクスミニ戦略 |

注. うえの定義は協力状況を前提する. 社会的合理性はパレート効率性である.

この枠組みから結果的に、社会的ジレンマと協力状況についてつぎの3点がわかった.

1. Dawes (1980) の「社会的ジレンマ」と「協力状況」は独立である.
2. Taylor (1987=1995) の先手コミットメントやナッシュ均衡戦略などの多元的な個人的合理性を考慮することで社会的ジレンマ概念を拡張・精緻化すると、社会的ジレンマは協力状況に含まれる.
3. さらに、進化的な合理性を個人の多元的な合理性にカウントすると、社会的ジレンマは協力状況に一致する (N 人円満ゲームでさえ社会的ジレンマといえる).

また、過剰協力と集団淘汰の関係についてつぎの点がわかった.

4. 協力的行為は、個人にとってリスクがあるだけでなく、全体にとってもリスクがある重度の「過剰協力」をひきおこすこともある. 重度の過剰協力が起こる状況では、集団選択 (group selection) によっても協力状態は実現できない.

本稿は、これまで曖昧になっていた社会的ジレンマ研究における協力的行為概念、協力状態概念、諸 N 人ゲームをシステムティックに定義し、多元的な個人的合理性という視点からこれらの N 人ゲームを社会的ジレンマとして位置づけた. これにより、社会的ジレンマ研究の見通しがよくなれば幸いである.

今後の課題は、本稿の基礎概念と木村 (2002) などの現実の現象に注目した研究とを融合しながら、経験的な研究に生かしていくことである. なお、個々の協力状況のサブカテゴリーについての定理の証明は、武藤 (2005b) を参照してほしい.

付録 協力 (cooperate) の辞書的な意味

いくつかの英語辞典で、協力 (cooperate) の意味を調べた. 共通の目的、共通の利益などを太字にしてある.

① The American Heritage® Dictionary of the English Language

1. To work or act together toward a **common end or purpose**.

2. To acquiesce willingly; be compliant:
3. To form an association for **common, usually economic, benefit**.

② Encarta® World English Dictionary, North American Edition

1. work together: to work or act together to achieve **a common aim**.
2. comply: to do what is asked or required

③ The Wordsmyth English Dictionary-Thesaurus

To work with others, esp. for **a common purpose**.

④ Infoplease Dictionary

1. To work or act together or jointly for **a common purpose or benefit**.
2. To work or act with another or other persons willingly and agreeably.
3. To practice economic cooperation.

⑤ Cambridge Dictionary of American English

To act or work together for **a shared purpose**, or to help willingly when asked

⑥ Rhymezone

Work together on **a common enterprise** or project

⑦ Cambridge International Dictionary of English

To act or work together for **a particular purpose**, or to help someone willingly when help is requested:

⑧ Longman Dictionary of Contemporary English

1. If two people or two groups cooperate, they work together in order to achieve **a result that is good for both of them**.
2. To help someone willingly when they ask for your help.

⑨ Merriam-Webster's Online Dictionary, 10th Edition

1. To act or work with another or others : act together
2. To associate with another or others for **mutual benefit**

また、「共通の利益」を明示しないほかの辞書の定義も参考にあげておく（下線は引用者）。

● UltraLingua English Dictionary

To work together in harmony; to collaborate; “To succeed at this task, all members of the group must cooperate.”

● Online Plain Text English Dictionary

To act or operate jointly with another or others; to concur in action, effort, or effect.

【文献】

- Dawes, R. M., 1980, “Social Dilemmas”, *Annual Review of Psychology*, 31: 169-193.
- 土場学, 1995, 「社会的価値と合理性：社会的ジレンマに関する実験社会心理学的研究とゲーム理論的研究の対話の試み」『理論と方法』10(2): 115-132.
- Elster, J., 1989., *The Nuts and Bolts for the Social Sciences*, Cambridge University Press. (=1997, 海野道郎訳『社会科学の工具箱』ハーベスト社.)
- Harsanyi, J. C., 1977, *Rational Behavior and Bargaining Equilibrium in Games and Social Situations*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Harsanyi, John C. and Reinhard Selten, 1988, *A General Theory of Equilibrium Selection in Games*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- 金井雅之, 2003, 「進化ゲームにおける選択的相互作用モデルの意義と課題」『理論と方法』18(2): 153-167.
- Kandori, Michihiro, George J. Mailath, and Rafael Rob, 1993. “Learning, mutation, and long-run equilibria in games”, *Econometrica*, 61: 29-56.
- 木村邦博, 2002, 『大集団のジレンマ』ミネルヴァ書房.
- 永田えり子, 1988, 「自由と効率」『理論と方法』3(1): 43-56.
- 丸田利昌, 1991, 「個人主義的社会理論と Nash 均衡概念」『理論と方法』6(1): 21-38.
- 三隅一人, 1993, 「社会的ジレンマモデルの一般化」『理論と方法』8(1): 89-92.
- 武藤正義, 2004. 「社会的動機による 2×2 対称ゲームの変換」数土直紀編『社会理論の実践的可能性の探求』平成 13～15 年度科学研究費補助金研究成果報告書, 学習院大学, 103-130.
- 武藤正義, 2005a, 「秩序問題としての社会的ジレンマの一般性：《二重の選択性》の視点から」大浦宏邦編『秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ』平成 14～16 年度科学研究費補助金・研究成果報告書, 帝京大学.
- 武藤正義, 2005b, 「社会的ジレンマの諸定理：フリーライドの視点による N 人ゲームの構造分析 II」大浦宏邦編『秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ』平成 14～16 年度科学研究費補助金・研究成果報告書, 帝京大学.
- 岡田章, 1996, 『ゲーム理論』有斐閣.
- 大浦宏邦, 2002, 「農耕戦略の進化モデル：非ランダムモデルによるジレンマの回避」『帝京社会学』16: 97-120.
- Raub, W. 1988. “Problematic Social Situation and the Large Number of Dilemma: A Game-theoretical Analysis.” *Journal of Mathematical Sociology*. 13(4): 311-357.
- 佐藤俊樹, 1993, 『近代・組織・資本主義』ミネルヴァ書房.
- 盛山和夫・海野道朗編, 1991, 『秩序問題と社会的ジレンマ』ハーベスト社.
- 鈴木鉄忠, 2003, 「集合行為問題のゲーム理論的分析及び社会学的考察」平成 14 年度東京工業大学社会理工学研究科修士論文.
- 瀧川哲夫, 1989, 「N 人ゲーム状況の構造解析」『北海道大学文学部紀要』37: 77-146.
- Taylor, M. 1987. *Possibility of Cooperation*. Cambridge University Press. (=1995 松原望訳『協力の可能性』木鐸社.)

Weibull, J., 1995, *Evolutionary Game Theory*, M.I.T. Press. (大和瀬達治監訳. 1998. 『進化ゲームの理論』文化書房博文社.)

海野道郎, 1988, 「社会的ジレンマの数理モデル: 共有物の性質とモデルの対応関係」『社会学研究』52.

山岸俊男, 1989, 「社会的ジレンマ研究の主要な理論的アプローチ」『心理学評論』32(3):262-294.

**Social Dilemmas and Cooperation Concept:
N-person Game Structure Analysis from the viewpoint of Free Ride I**

Masayoshi MUTO

Graduate School of Decision Science and Technology

Tokyo Institute of Technology

2-12-1 Oookayama, Meguro, Tokyo 152-8552, JAPAN

社会的ジレンマの諸定理

——フリーライドの視点による N 人ゲームの構造分析 II ——

武藤 正義
(東京工業大学)

【要旨】

本稿の目的は、社会的ジレンマの数理構造をフリーライドと均衡の配置という視点から公理系によって整理することにある。具体的には、武藤 (2005) が均衡の配置によって定義した N 人囚人のジレンマ、 N 人円満ゲーム、 N 人チキンゲーム、 N 人保証ゲームのよく知られた性質を、定理として示す。本稿は集合行為問題や組織の分析の一助となるだろう。

キーワード：均衡の配置，強支配戦略，パレート優位，分水嶺

1. はじめに

社会的ジレンマは個人的合理性と社会的合理性の乖離を本質とするが、じっさいの研究では Dawes (1980) の社会的ジレンマ定義がよく使われる。Dawes の社会的ジレンマとは、協力と非協力という 2 つの選択肢があり、①非協力は強支配戦略であるが、②全員非協力は全員協力に対しパレート劣位になる、という N 人対称ゲームのことである。

Dawes (1980) の定義は単純でわかりやすい。しかしその反面、非常に限定的ではある。そのため、Elster (1989=1997) は過剰協力や過少協力の問題を、Taylor (1987=1995) は N 人チキンゲームを、それぞれ独立に社会的ジレンマに加えている。また、ほかの論者もそれぞれ別様に社会的ジレンマを定式化している。その結果、これまでの社会的ジレンマ定義を整理し、統一的な視点からその全体像を再構成することにより、社会的ジレンマ全体の見通しをよくすることが必要になってきた。

そこで武藤 (2005) は、フリーライドという観点から、彼らの主張をともに含むような社会的ジレンマの必要条件としての「協力状況」——「協力のコスト」と「共通の利益の存在」によって特徴づけられる——を定義し、さらにその基本的な下位のゲームのクラスとして、 N 人囚人のジレンマ、 N 人円満ゲーム、 N 人チキンゲーム、 N 人保証ゲームを「均衡の配置」によって定義した。しかし武藤 (2005) は、定義にとどまり、そこでなにかいえるのかという定理をほとんど示してはいない。しかるに本稿の目的は、協力状況とその下位のゲームのクラスにおいて、いくつかの基本的な定理を数学的に厳密に導くことにある。

本稿はつぎの 2 つの分析概念を主に用いる。第 1 に、瀧川 (1989) などが用いている利得和ではなく「パレート性」を用いる。また第 2 に、Dawes (1980) が用いている支配戦略ではなく「ナッシュ均衡」を用いる。この 2 つの視点は、Taylor (1987=1995)、木村 (2002)、鈴木

(2003)でも用いられており、利得和や支配戦略よりも一般性が高い。ただし、彼らの分析は包括的ではないため、この点に本稿の意義がある。

本稿の構成を述べる。第2節では、協力状況の分析の準備として、もっと一般的なゲームを分析する。第3節では、協力状況の基本的なサブカテゴリーである N 人円満ゲーム、 N 人囚人のジレンマ、 N 人チキンゲーム、 N 人保証ゲームについて基本的な定理を示す。第4節はまとめである。

2. 2^N 対称ゲーム

この節では、協力状況分析の準備として、一般的な2選択枝 N 人対称ゲーム (= 2^N 対称ゲームとよぶ) において成り立つ定理を示す。以下では、「混合戦略」を仮定しない。本稿における「均衡」とは純粋戦略ナッシュ均衡のことである。

2.1 記号の定義

定義 1 2^N 対称ゲームとは、 N 人の行為者 (プレイヤー) が、2つの行為選択枝 (純粋戦略) をもつ対称ゲームとする。

行為選択枝集合を $\{C, D\}$ とする。この第2節では C と D は協力、非協力という意味はなく、単なるインデックスである。以下のように、記号を導入する。

- a_i i の行為, $a_i \in \{C, D\}$
- a_{-i} i 以外の行為者の行為, $a_{-i} \in \{C, D\}^{N-1}$
- $a := (a_1, \dots, a_N)$ 全行為者の行為の組 (= 社会状態), $a \in \{C, D\}^N$
- $\pi_i(a)$ 行為者 i の利得関数, ただし $\pi_i(a) = \pi_i(a_i; a_{-i})$ ともかく
- $\#(\cdot)$ C 選択者の人数 (m で表す) を示す関数 (例. $\#(C, D, C, C) = 3$)

本稿において対称ゲームとは、 C 選択者が同数の社会状態 a, b (組成が同じということ) について、同じ行為を選択している者は、同じ利得を得るようなゲームのことである。これを記号でかけばつぎのようになる。

定義 2 (対称性) $a, b \in \{C, D\}^N$ について、 $\#(a) = \#(b)$, $a_i = b_j$ ならば $\pi_i(a) = \pi_j(b)$

たとえば、 $N=3$, $a=(C, D, D)$, $b=(D, D, C)$ では C 選択者 $m = \#(a) = \#(b) = 1$ だから、 C 選択者について $\pi_1(a) = \pi_3(b)$ であり、かつ D 選択者について $\pi_2(a) = \pi_3(a) = \pi_1(b) = \pi_2(b)$ が成り立つ ($\pi_2(a) = \pi_3(a)$ などは、対称性の仮定で $a=b$ としたときに成り立つ)。

ひきつづき基礎概念を導入する。 C 選択者が m 人となる社会状態の集合

- $S(m) := \{a \in \{C, D\}^N \mid \#(a) = m\}$

を**状態集合**とよぶ。 $S(x)$ を「状態集合 $m=x$ 」とよぶことがある。明らかに $S(m)$ は $S(0), S(1), \dots, S(N)$ までをとり、これらは $\{C, D\}^N$ を分割している。ここで状態集合 $S(m)$ は、 ${}_N C_m$ 個の社会状態からなることに注意されたい。たとえば、 $N=3$ において、 $S(2) = \{(C, C, D), (C, D, C), (D, C, C)\}$ である。

対称性の下で、利得に影響を与えるのは、自身のとる選択を除くと、 C 選択者の人数のみである。つまり $a, b \in S(m)$ ($\Leftrightarrow \#(a) = \#(b) = m$) のとき、任意の i, j に対して、

$$\begin{aligned} a_i = b_j = C \quad \text{ならば} \quad \pi_i(C; a_{-i}) &= \pi_j(C; b_{-j}) \\ a_i = b_j = D \quad \text{ならば} \quad \pi_i(D; a_{-i}) &= \pi_j(D; b_{-j}) \end{aligned}$$

が定義から明らかに成り立つ。よって、対称性の下ではつぎのような簡潔な利得関数表記ができる。自分自身を含めて C 選択者が m 人の任意の社会状態 $a \in S(m)$ ($\Leftrightarrow \#(a) = m$) に対して、 C 選択者の利得 $C(m)$ 、 D 選択者の利得 $D(m)$ を、

- $C(m) := \pi_i(C; a_{-i})$ ただし $\#(a_{-i}) = m-1$
- $D(m) := \pi_i(D; a_{-i})$ ただし $\#(a_{-i}) = m$

のように定義できる（表1は状況理解のための2人ゲームでの利得表）。ただし $C(m)$ の定義域は $\{1, \dots, N\}$ であり、 $D(m)$ の定義域は $\{0, \dots, N-1\}$ である。なお、 $C(m), D(m)$ は、状態集合の族 $\{S(0), S(1), \dots, S(N)\}$ を定義域とする実数値関数ともいえる。

表1 2×2 対称ゲーム

| | C | D |
|---|------------|------------|
| C | C(2), C(2) | C(1), D(1) |
| D | D(1), C(1) | D(0), D(0) |

2.2 ナッシュ均衡

周知のように、社会状態 $a^* \in \{C, D\}^N$ がナッシュ均衡であるとは、

$$\forall i \quad \forall a_i \quad \pi_i(a^*_i; a^*_{-i}) \geq \pi_i(a_i; a^*_{-i})$$

が成り立つことである。このとき、 2^N 対称ゲームでは、 $\#(a^*) = m^*$ として、社会状態 a^* に対して、上記の $C(m)$ と $D(m)$ の定義から明らかに

$$\begin{aligned} a^*_i = C \text{ なる } i \text{ について} \quad \pi_i(C; a^*_{-i}) &\geq \pi_i(D; a^*_{-i}) \quad \#(a^*_{-i}) = m^* - 1 \quad \Rightarrow \quad C(m^*) \geq D(m^* - 1) \\ a^*_i = D \text{ なる } i \text{ について} \quad \pi_i(D; a^*_{-i}) &\geq \pi_i(C; a^*_{-i}) \quad \#(a^*_{-i}) = m^* \quad \Rightarrow \quad D(m^*) \geq C(m^* + 1) \end{aligned}$$

がいえる。ここから以下の補題を得る。

補題 1 状態集合 $S(m^*)$ が均衡をもつ $\Leftrightarrow D(m^*-1) \leq C(m^*), D(m^*) \geq C(m^*+1)$

証明) 上段の (→) はすでに明らかにしたので, (←) を背理法で示す。

$C(m^*) \geq D(m^*-1), D(m^*) \geq C(m^*+1)$ が成り立つとき, どんな $a \in S(m^*)$ についても,

$$\begin{aligned} \pi_i(C; a_{-i}) < \pi_i(D; a_{-i}) & \quad \#(a_{-i}) = m^* - 1 \\ \text{または} \quad \pi_i(D; a_{-i}) < \pi_i(C; a_{-i}) & \quad \#(a_{-i}) = m^* \end{aligned}$$

が, ある i について成り立つとする。このとき, $C(m^*) < D(m^*-1)$ または $D(m^*) < C(m^*+1)$ が成立し, 明らかに矛盾。■

補題 2 状態集合 $S(m^*)$ が均衡をもてば, $S(m^*)$ のすべての社会状態は均衡である。

証明) 社会状態 $a^* \in S(m^*)$ が均衡であるとすれば, C, D をとる任意の i に対して

$$\begin{aligned} \pi_i(C; a^*_{-i}) &\geq \pi_i(D; a^*_{-i}) & \#(a^*_{-i}) = m^* - 1 \\ \text{かつ} \quad \pi_i(D; a^*_{-i}) &\geq \pi_i(C; a^*_{-i}) & \#(a^*_{-i}) = m^* \end{aligned}$$

が成り立つ。これと対称性により, 任意の社会状態 $b \in S(m^*)$ に対して, $\#(b) = \#(a^*)$ より

$$\begin{aligned} b_j = C \text{ なる任意の } j \text{ について} \quad \pi_j(C; b_{-j}) &= \pi_i(C; a^*_{-i}) \geq \pi_i(D; a^*_{-i}) = \pi_j(D; b_{-j}), \\ b_j = D \text{ なる任意の } j \text{ について} \quad \pi_j(D; b_{-j}) &= \pi_i(D; a^*_{-i}) \geq \pi_i(C; a^*_{-i}) = \pi_j(C; b_{-j}). \end{aligned}$$

したがって, b は均衡。■

定理 1 C 選択者 m^* 人のすべての社会状態が均衡 $\Leftrightarrow D(m^*-1) \leq C(m^*), D(m^*) \geq C(m^*+1)$

補題 1,2 から, 明らかにうえの定理が成り立つ。

この定理から, 均衡をもつ状態集合 $S(m^*)$ を**均衡集合**とよんでさしつかえないことがわかる。また, 均衡集合 $S(x)$ を「均衡集合 $m^*=x$ 」とよぶことがある。なお, $S(0)$ と $S(N)$ は, 均衡集合が唯一の社会状態からなるので, 均衡集合と均衡を同一視して, たんに「均衡 $m=0$ 」, 「均衡 $N=0$ 」とよぶ。

さて, 本稿の分析は純粋戦略ナッシュ均衡に限定するが, ジャンケン (表 2) をみればわかるように, 純粋戦略ナッシュ均衡は 3 選択肢以上の一般の対称ゲームでは存在するとはいえない。しかし, 2 選択肢の対称ゲーム (2^N 対称ゲーム) ではそれが存在することがいえる。

表2 ジャンケン

| | グー | チョキ | パー |
|-----|-------|-------|-------|
| グー | 0, 0 | 1, -1 | -1, 1 |
| チョキ | -1, 1 | 0, 0 | 1, -1 |
| パー | 1, -1 | -1, 1 | 0, 0 |

定理2 (均衡の存在) 2^N 対称ゲームでは、(純粋ナッシュ) 均衡が存在する.

証明) 均衡が存在しないと仮定する. このとき, $m=0$ は均衡ではないので, $D(0) < C(1)$ である. つぎに, $m=k \leq N-2$ において, $D(k) < C(k+1)$ を仮定する. このとき, $m=k+1$ において $D(k+1) \geq C(k+2)$ とすれば, 状態集合 $m=k+1$ は, 均衡集合である. しかし仮定より均衡は存在しないので, $D(k+1) < C(k+2)$ とならねばならない. このとき, 数学的帰納法により, $\forall m \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ において, $D(m) < C(m+1)$ が成立する. このとき, $m=N-1$ において, $D(N-1) < C(N)$ となるので, $C(N)$ は均衡である. これは仮定に反する. したがって, 均衡は存在する.

■

2^N 対称ゲームでの均衡の唯一性は, 強支配戦略の存在を意味する.

定理3 (支配戦略均衡) 2^N 対称ゲームにおいて a^* が唯一の均衡 $\Leftrightarrow a^*$ は強支配戦略の組

証明) (\Leftarrow) は明らかなので (\Rightarrow) を証明する. 多型均衡すなわち C 選択者, D 選択者がともに存在するような均衡は, 対称性 (補題 2) によりあれば必ず複数存在する (たとえば $m=2$ において均衡が存在すれば, そこでは 2 人の C 選択者の選び方の数だけ, つまり ${}_N C_2$ 個の均衡が存在する). したがって, 均衡が唯一であれば, それは単型均衡であるから, 全員 D か全員 C つまり $m^*=0$ か $m^*=N$ である.

$m^*=0$ が唯一の均衡であるとする. このとき, $D(0) \geq C(1)$ が成り立つ. いま, $\exists k \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ に対して, $D(k) \leq C(k+1)$ であったとする. このとき, $D(k+1) \geq C(k+2)$ が成立すれば $m=k+1$ が均衡集合となるが, $m=0$ 以外では均衡は存在しないので $D(k+1) < C(k+2)$ でなければならない. このとき同様に $D(k+2) \geq C(k+3)$ が成立すれば $m=k+2$ が均衡集合になるので, $D(k+2) < C(k+3)$ となる. よって帰納的に $\forall m \in \{k+1, \dots, N-1\}$ について, $D(m) < C(m+1)$ が成立するが, このとき $D(N-1) < C(N)$ なので $m=N$ が均衡となって矛盾. よって, $\forall m \in \{0, 1, \dots, N-1\}; D(m) > C(m+1)$ が成立する. したがって, D は強支配戦略である.

以上の証明は, D と C を置き換えても成り立つ ($m=N$ も同じということ). ■

定理3 は, 3 選択肢以上では成り立たない. つまり, 唯一の純粋戦略ナッシュ均衡が強支配戦略の組ではないことがある. たとえば, 表3のような反例がある (表中の太字は均衡を示す). 表3の(1, 1)は唯一の均衡であり, 戦略に支配関係はない. したがって, この定理3は 2^N 対称

ゲームに特徴的な性質である。

なお、この定理は後にみる N 人円満ゲームと N 人囚人のジレンマで重要な意味をもつ。ただし、特定の $m \neq 0, N$ が唯一の均衡集合であるような状況は存在する。表 4 の 3 人チキンゲームでは $m=1$ が唯一の均衡集合であるが、この均衡は 3 つある。

表 3 唯一の均衡

| | | |
|-------------|-------------|-------------|
| 1, 1 | 1, 0 | 0, 1 |
| 0, 1 | 0, 0 | 3, 0 |
| 1, 0 | 0, 3 | 2, 2 |

表 4 N 人チキンゲーム

| C の人数 m | 0 | 1 | 2 | 3 |
|-------------|---|----------|---|---|
| $D(m)$ | 0 | 3 | 4 | - |
| $C(m)$ | - | 2 | 2 | 3 |

3. 2^N 対称協力状況

第 1 節で述べたように、武藤 (2005) は、「協力状況」なる概念を定義し、社会的ジレンマが「協力状況」に含まれることを示した。それゆえ、協力状況进行分析することは、社会的ジレンマ进行分析することになる。しかるにこの節では、協力状況进行分析。具体的には、協力状況の基本的なサブカテゴリーである N 人円満ゲーム、 N 人囚人のジレンマ、 N 人チキンゲーム、 N 人保証ゲームについて基本的な定理を示す。ただし、本稿では、数学的に厳密に議論するために、「協力状況」を「 2^N 対称協力状況」とよぶことがある。以下の諸定義は武藤 (2005) を踏襲している。

3.1 諸定義

定義 3 つぎの 2 式が成り立つような 2^N 対称ゲームを **2^N 対称協力状況** (略して協力状況) とよび、 C を「協力」行為、 D を「非協力」行為とよぶ。

協力行為のコスト $\forall m \quad D(m) > C(m)$

協力行為による共通の利益の存在 $\exists m \quad D(0) < C(m)$

$\exists m$ について $D(0) < C(m) < D(m)$ から、「全員非協力のパレート非効率性」がいえる。

定義 4 2^N 対称協力状況において、「パレート効率的」かつ「全員非協力に対してパレート優位」となる社会状態を **協力状態** とよぶ。

じつは、 2^N 対称ゲームにおいてパレート効率性を $C(m)$ 、 $D(m)$ で表現するのは多少厄介である。そこで協力状態より緩い概念としてつぎのものを定義しておく。

定義 5 2^N 対称協力状況において、全員非協力に対してパレート優位となる社会状態 ($D(0) < C(m)$ なる $a \in S(m)$) を **準協力状態** とよぶ。

定理 2 により均衡は常に存在するので、つぎの各ゲームのクラスの定義が可能になる。

定義 6 2^N 対称協力状況において、各ゲームのクラスを以下のように定義する。

N 人円満ゲーム \Leftrightarrow 均衡が「全員協力」($m^*=N$) のみからなる

N 人囚人のジレンマ \Leftrightarrow 均衡が「全員非協力」($m^*=0$) のみからなる

N 人チキンゲーム \Leftrightarrow 均衡が「全員協力」と「全員非協力」以外からなる

N 人保証ゲーム \Leftrightarrow 均衡が「全員協力」と「全員非協力」のみからなる

これらの定義によって、 2^N 対称協力状況すべてを分類しきれないわけではない。たとえば N 人囚人と N 人チキンゲームの「あいこの」であるような中間的な状況が存在する (図 1 参照)。このタイプのゲームは、均衡として全員非協力 $m^*=0$ と多型状態集合 $m^* \in [1, N-1]$ をもっている。このような中間的な状況は論理的に 4 つあるが、これらについては記述が複雑になるので本稿では扱わない。今後の課題とする。

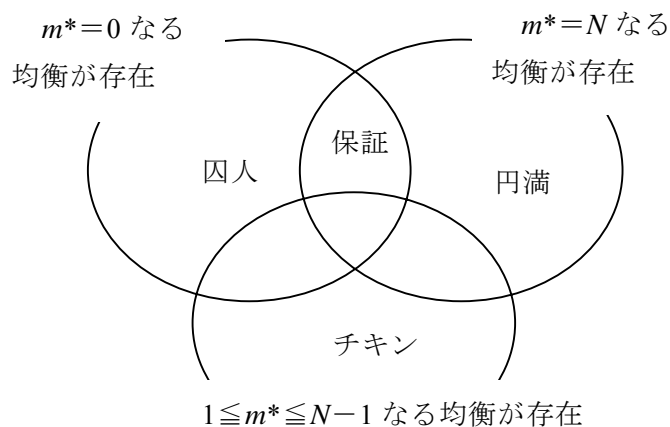


図 1 協力状況の下位分類

3.2 N 人囚人のジレンマと N 人円満ゲームの定理

2^N 対称協力状況において、均衡が唯一なのは N 人円満ゲームと N 人囚人のジレンマだけなので、定理 3 からつぎの系が明らかに成り立つ。

系 3 (支配戦略均衡)

N 人円満ゲームまたは N 人囚人のジレンマ $\Leftrightarrow 2^N$ 対称協力状況において強支配戦略が存在

N 人円満ゲームは、その名のとおり、つぎの望ましい性質をもつ。

定理 4 (円満) N 人円満ゲームの均衡 $m^*=N$ は、唯一のパレート効率的な社会状態である。

証明) $m=N$ が強支配戦略均衡 (C が強支配戦略) であることと, $\forall m; D(m) > C(m)$ から, $C(N) > D(N-1) > C(N-1) > D(N-2) > C(N-2) > \dots > D(0)$. ■

強支配戦略が存在するのは N 人囚人のジレンマか N 人円満ゲームであり, 前者の均衡 (全員非効率) は協力状況の仮定によりパレート非効率だから, パレート効率的となるのは, 後者のみである. したがって, 定理 4 から以下の系が成り立つ.

系 4A N 人円満ゲーム $\Leftrightarrow 2^N$ 対称協力状況において唯一の均衡がパレート効率的

系 4B N 人円満ゲーム $\Leftrightarrow 2^N$ 対称協力状況において強支配戦略の組がパレート効率的

系 4C N 人囚人のジレンマ $\Leftrightarrow 2^N$ 対称協力状況において唯一の均衡がパレート非効率

系 4D N 人囚人のジレンマ $\Leftrightarrow 2^N$ 対称協力状況において強支配戦略の組がパレート非効率

強支配戦略そのものは, 明らかに個人的合理性の一種であり, パレート効率性は社会的合理性とされる. そしてこの 2 水準の合理性の乖離が社会的ジレンマであった. したがって, 古典的なゲーム理論の範囲では, N 人囚人のジレンマは社会的ジレンマであるが, N 人円満ゲームは社会的ジレンマではない (ただしは進化ゲーム理論的には N 人円満ゲームも社会的ジレンマとして考えられる (武藤 2005)).

なお, 当たり前に思えるかもしれないが, N 人囚人のジレンマと N 人円満ゲームの定義は, あくまで均衡における協力者の人数のみで機械的に定義されており, そこからこれらの基本的な性質が導けるのである.

定理 4 により発見もある. 協利行為が強支配戦略であり, かつ全員協力がパレート非効率であるという可能性およびほかにもパレート効率的な社会状態が存在する可能性は, この定理 4 によってはじめて排除できる.

3.3 N 人チキンゲームと先手コミットメント

定義 6 から, 多くの協力状況は N 人チキンゲームであることがわかる. N 人チキンゲームでは協力者と非協力者が混在する多型均衡が定義上存在するが, これは全員非協力より常に「まし」であることがつぎの定理によりわかる.

定理 5 (準協力的均衡) 2^N 対称協力状況において, 全員非協力が均衡でなければ, それに対して狭義パレート優位な均衡 (準協力的均衡) が存在する.

証明) 2^N 対称ゲームでは均衡が存在するから, そのうちで C 選択者の人数 m が最小となる均衡集合を $S(m^*)$, $m^* \geq 1$ としよう (全員 D は均衡ではないため $m^* \geq 1$ となる).

以下, $C(m^*) > D(0)$ を示す. まず, 全員 D が均衡でないから, $D(0) < C(1)$ である.

いま, $m \leq m^* - 1; D(m-1) < C(m)$ だとすると, $S(m)$ は均衡集合ではないので $D(m) < C(m+1)$ でなければならない. これと $C(m) < D(m)$ とから

$m \leq m^* - 1; D(m-1) < C(m) < D(m) < C(m+1)$ がいえる.

帰納的に, $D(0) < C(1) < D(1) < C(2) < \dots < D(m^* - 1) < C(m^*)$ がいえる. ■

定理 5 の該当対象は, N 人円満ゲームと N 人チキンゲームとそれらの「あいのこ」である. したがって, N 人チキンゲームに限定すれば, つぎの系がいえる. これは, N 人チキンゲームでは準協力状態となる多型均衡が存在するということである.

系 5 (準協力的多型均衡) N 人チキンゲームでは, 全員非協力に対して狭義パレート優位な多型均衡が存在する.

ところで Taylor (1987=1995: 56-60) は, 「先手コミットメント」のインセンティブを N 人チキンゲームの本質と考えている. すなわち, Taylor の N 人チキンゲームとは, 全員非協力に対してパレート優位な多型均衡 (準協力状態) の実現を意図して「先に」非協力を選択すれば他者に協力を強制できるけれども (=先手コミットメント), だれもがそのように考えて行為を選択すると全員非協力 (パレート非効率) が帰結してしまうという社会状況のことである. 先手コミットメントは, 明らかにある種の個人的な合理性である. したがって, この意味で Taylor の N 人チキンゲームも二水準の合理性の乖離としての社会的ジレンマに該当する.

一方, 本稿の N 人チキンゲームの定義も系 5 によって, 先手コミットメントのインセンティブが存在するので, Taylor の N 人チキンゲームとほぼ同じ定義といえる. ただし, Taylor の定義では全員非協力が均衡であることもあるので, この点で本稿のチキンゲームのほうが狭い. しかし, このようなゲームは, N 人チキンゲームと N 人囚人のジレンマとの「あいのこ」とみるほうがすっきりするだろう.

3.4 N 人保証ゲームとマクスミニ戦略

マクスミニ戦略は, 他者が必ずしも合理的に振舞うとは限らない現実の相互行為では, 確実さという点で考慮に値する個人的合理性である (武藤 2005). そこで「マクスミニ戦略の組がパレート非効率になる状況」をマクスミニジレンマとよぶ. これは社会的ジレンマの一種である. なお, 本稿でのマクスミニ戦略とは, 厳密にはレクシミン戦略のことである. レクシミン戦略とは, 最悪の結果がタイのときは, 2 番目に悪い結果を比較したときのよいほうの戦略, それがタイなら 3 番目に悪い結果を比較し… (以下同様) という戦略のことである (金井 1998).

N 人保証ゲームはマクスミニジレンマであることがいえる (つぎの定理 6 の系).

定理 6 (マクスミニジレンマ) 2^N 対称協力状況において, 全員非協力が均衡であれば, 非協力はマクスミニ戦略である.

証明) 全員 D が均衡であることにより, $\min C(m) \leq C(1) \leq D(0)$.

これと $\forall m \in [1, N-1]; D(m) > C(m)$ により, $\min\{D(m), C(m)\} = \min\{C(m), D(0)\} = \min C(m)$.

また, もしも $\min C(m) = C(1) = D(0)$ であっても ($D(m)$ と $C(m)$ の最小値が同じ), 二番目に小さ

い値においては, $\forall m \in [1, N-1]; D(m) > C(m)$. よって C は最悪の結果を引き起こしうるので, D がマクスマニ戦略である. ■

N 人囚人のジレンマもマクスマニジレンマであることに注意されたい. また, N 人保証ゲームでは, 全員非協力が均衡であるから, つぎが成り立つ.

系 6 N 人保証ゲームは, マクスマニジレンマである.

3.5 N 人保証ゲームの分水嶺

N 人保証ゲームでは分水嶺 (critical mass) がよく問題にされる (山岸 1991). 分水嶺にまで協力者が達しないならば, 全員非協力 (パレート非効率) が帰結するからである. ここでいう分水嶺とは, つぎの 2 条件をみたす協力者の人数 r のことである. ①協力者が r 人以上いれば, 最適応答の繰り返しによって全員協力を到達する. ②協力者が r 人未満であれば, 最適応答の繰り返しによって全員非協力を到達する. なお, 保証ゲームでは一般に全員協力がパレート効率的であるわけではない. したがって正則な保証ゲームにはこの仮定をつけ加えるべきだが, 複雑になるのでこの問題には立ち入らない.

以下では分水嶺を厳密に定義したい. そのためにまず, 「協力者数の状態」を定義する. 協力者数 r の状態 (状態集合 $S(r)$ の状態) は, 2 つの式 $D(r-1) \square C(r), D(r) \square C(r+1)$ の 2 つの \square に入る不等号および等号 $\{<, >, =\}$ によって決定される. したがって, この状態は $3 \times 3 = 9$ つあるが, それはつぎの 3 つに分類される. 均衡概念は重複記述となるが, 許されたい.

定義 7 協力者数 $r \in [1, N-1]$ が **推移点** であるとは,

「非協力推移点」 $D(r-1) > C(r), D(r) > C(r+1)$ あるいは
 「協力推移点」 $D(r-1) < C(r), D(r) < C(r+1)$

が成り立つことをいう (略号 $(>, >)$ と $(<, <)$).

定義 8 協力者数 r が **均衡** であるとは, 次式が成り立つことをいう.

$$D(r-1) \leq C(r), D(r) \geq C(r+1)$$

ただし, $D(-1), C(0), D(N), C(N+1)$ は定義されないのでこの場合は 2 つの式の一方をもって均衡を定義する (略号 $(<, >), (<, =), (=, >), (=, =)$).

定義 9 協力者数 $r \in [1, N-1]$ が **転回点** であるとは, 次式が成り立つことをいう.

$$D(r-1) \geq C(r), D(r) \leq C(r+1)$$

ただし同時に2式の等号は成立しないとする (略号(>, <), (>, =), (=, <)).

非協力推移が断ち切られる点は, 均衡または転回点になっている. さらに, つぎのように, 分水嶺を, 転回点の外部が推移点となっていることとして定義する (ただし両端は均衡).

定義 10 協力者数 r が**分水嶺** (critical mass) であるとは, r が転回点であり, かつ

$$m \leq r-1 \quad D(m-1) > C(m)$$

$$m \geq r+2 \quad D(m-1) < C(m)$$

が成り立つこと (イメージとして $\gg \geq \cdot \leq \ll$).

つまり r が分水嶺であるとは, 転回点 r に対してその周辺で,

$$D(r-2) > C(r-1), D(r-1) \geq C(r), D(r) \leq C(r+1), D(r+1) < C(r+2)$$

となっており, かつ $m (< r)$ が非協力推移点かつ $m (> r)$ が協力推移点になっていること. たとえば, $N=5$ として, 次式では $m=2$ が分水嶺である.

$$D(0) > C(1), D(1) > C(2), D(2) < C(3), D(3) < C(4), D(4) < C(5)$$

うえのように, 協力者 $r=(>, <)$ すなわち

$$D(r-1) > C(r), D(r) < C(r+1)$$

で定義される協力者数 r を**孤立的な**転回点とよぶ (たとえば表 5 の $m=2$).

一方, 転回点である協力者数のペア $(r, r+1)=((>, =), (=, <))$ はあたかも1つの転回点のように扱うことができる. そこで,

$$D(r-1) > C(r), D(r) = C(r+1), D(r+1) < C(r+2)$$

で定義される協力者数のペア $(r, r+1)$ を**連結的な**転回点とよぶ. さらに,

$$m \leq r; D(m-1) > C(m), D(r) = C(r+1), m \geq r+2; D(m-1) < C(m)$$

が成り立つとき, 連結的な転回点 $r, r+1$ は分水嶺の定義をみたす (イメージとして $\gg \gg \cdot = \cdot \ll \ll$). たとえば, $N=5$ として, 次式では $m=2, 3$ が分水嶺である.

$$D(0) > C(1), D(1) > C(2), D(2) = C(3), D(3) < C(4), D(4) < C(5)$$

なお、注意として、 $(> \cdot > \cdot = \cdot > \cdot >)$ のような場合には、右から 2 番目の協力者数を意味する \cdot は均衡であるから、分水嶺が存在する場合、転回点の外部では同じ向きの不等号が並ばなければならない。

定理 7 (分水嶺) N 人保証ゲームでは、分水嶺が存在する。

証明) 仮定として、保証ゲームでは、 $D(0) \geq C(1)$, $D(N-1) \leq C(N)$, かつ $m=0, N$ 以外に均衡集合は存在しない。まず、転回点が存在することを示す。転回点が存在しないとすれば、任意の協力者数 m は推移点か均衡である。いま、均衡は $m=0, N$ しかないから、 $m=1, \dots, N-1$ は推移点でなければならないが、転回点、均衡がともに存在しないので、すべての点が非協力推移点 $(>> \dots >)$ かすべての点が協力推移点 $(\ll \dots \ll)$ であるはずだ。しかし、これは D または C が強支配戦略であることを意味するから明らかに矛盾。よって、転回点は存在する。

つぎに孤立的な転回点は唯一であることを示す。もし孤立的な転回点が 2 つあるとし、それを r, t ($r < r+1 < t$) とすれば $D(m-1)$ と $C(m)$ の大小関係の列 ($m=r \sim t+1$) は、

$$>_r, <_{r+1}, \square_{r+2}, \dots, \square_{t-1}, >_t, <_{t+1} \quad (\text{ただし } >_m \text{ は, } D(m-1) > C(m) \text{ を意味する})$$

となるはずだ (\square には $<$ または $>$)。 $m=r+2$ から $t-1$ では転回点、均衡点が存在しないから、単調に協力推移点 $(\ll \dots \ll)$ か非協力推移点 $(>> \dots >)$ でなければならないが、このとき $(>> \dots >)$ ならば $m=r+1$ が均衡になり ($\because D(r) < C(r+1), D(r+1) > C(r+2)$)、 $(\ll \dots \ll)$ ならば $m=t-1$ が均衡になる ($\because D(t-2) < C(t-1), D(t-1) > C(t)$)。いずれも保証ゲームの仮定に反す。したがって、孤立的な転回点は唯一である。転回点 r と $m=0, N$ 以外は推移点であるから、明らかに r が分水嶺となる。

つぎに、転回点が連結している場合を考える。それは、 $>_r =_{r+1}, <_{r+2}$ となっている場合である (3 つの点を連結することはできない)。この場合は、2 つの転回点があたかも 1 つの孤立的な転回点と同じ機能をなすので、うへの証明と同様にして連結的な転回点のペアは唯一である。転回点 $r, r+1$ と $m=0, N$ 以外は推移点であるから明らかに $r, r+1$ のペアが分水嶺となる。

■

うへの証明では、特に協力状況の仮定は用いていないので、これは均衡が 2 つの単型均衡からなる 2^N 対称ゲーム (2 選択肢対称 N 人調整ゲーム) 一般について成り立つ。

なお、この節で用いた協力者数の状態に対する 3 つの概念「推移点」「均衡」「転回点」は 2^N 対称ゲーム一般で用いることができる分析用具である。つまり、これら 3 つの組合せで、自在に 2 選択肢 N 人対称ゲームを構成することができる。

4. おわりに

本稿では、均衡の配置によって定義される N 人囚人のジレンマ、 N 人円満ゲーム、 N 人チキンゲーム、 N 人保証ゲームの各状況において成り立つ基本的な性質を、定理として示した。これらの定理は、協力状況と均衡の配置という公理から演繹したものである。まとめておこう。

1. N 人円満ゲームでは協力が強支配戦略であり、その組はパレート効率的である。
2. N 人囚人のジレンマでは非協力が強支配戦略であり、その組はパレート非効率である。
3. N 人チキンゲームは、全員非協力に対して狭義パレート優位な多型均衡が存在する。
4. N 人保証ゲームでは、非協力が常にマクスミニ戦略である。
5. N 人保証ゲームでは、分水嶺が存在する。

N 人保証ゲームにおいて非協力がマクスミニ戦略である、ということを除けば、本稿が証明した定理は、その性質としては目新しいものではない。しかし、本稿のように 2 選択肢の N 人ゲームを、均衡の配置という視点から演繹的かつ統一的に整理した研究はこれまでほとんどなかったものであり、うえにあげたような基本的な性質は、互いに関係づけられることなく断片的に知られていたにすぎない。

社会的ジレンマとは個人的合理性と社会的合理性の乖離のことであるが、武藤（2005）は、パレート効率性としての社会的合理性に対して、 N 人囚人のジレンマ、 N 人チキンゲーム、 N 人保証ゲームの各ゲームの個人的合理性を、それぞれ強支配戦略、先手コミットメント、マクスミニ戦略として位置づけていた（表 5）。そして本稿は、均衡の配置による機械的な各ゲームのクラスの定義から、質的に異なる個人的合理性を演繹的に導き出したのである。

表 5 3つの典型的な社会的ジレンマの定義と性質

| ジレンマ分類 | 定義 | 個人的合理性 |
|--------------|----------------------|-----------|
| N 人囚人のジレンマ | 均衡が $m^*=0$ のみ | 強支配戦略 |
| N 人チキンゲーム | 均衡が $\neq 0, N$ | 先手コミットメント |
| N 人保証ゲーム | 均衡が $m^*=0$ と N のみ | マクスミニ戦略 |

注. うえの定義は協力状況を前提し、社会的合理性はパレート効率性である。

今後の課題を 2 つあげておく。第 1 に、本稿は、Harsanyi (1977) において先鞭がつけられ、Raub (1988) と永田 (1988) が明確に示した「すべての均衡がパレート非効率」という社会的ジレンマの定式化を無視してきた。これはパレート効率性を定式化しなかったためである。しかし、じつはパレート効率性を $C(m)$ と $D(m)$ で定式化するのは場合分けがあり、すこし複雑である。また、 N 人チキンゲームの多型均衡と保証ゲームの全員協力均衡は、パレート非効率であることがある。このような複雑な議論をするためには、さらにいくつかの概念を定義しなければならず、諸社会的ジレンマの基本性質を定理として示すという目的をもつ本稿では割愛した。しかしこれは、もちろん今後の課題である。

第2に、本稿では N 人囚人のジレンマ、 N 人円満ゲーム、 N 人チキンゲームのありうる4つの中間的な状況のうち、 N 人囚人のジレンマと N 人円満ゲームの中間的な状況である N 人保証ゲームについては分析したが、ほかの3つの中間的な状況は分析していない。つまり、① N 人囚人のジレンマと N 人チキンゲームの中間的な状況、② N 人円満ゲームと N 人チキンゲームの中間的な状況、そして③ N 人囚人のジレンマ、 N 人円満ゲーム、 N 人チキンゲームすべての性質をもつ中間的な状況 (= N 人保証ゲームと N 人チキンゲームの中間的な状況) の分析が課題として残されている。

本稿によって、組織や集合行為に必須の N 人ゲームという複雑で不透明な状況が、すこしでも見通しのよいものになれば幸いである。

【文献】

- Dawes, R. M., 1980, "Social Dilemmas", *Annual Review of Psychology*, 31: 169-193.
- Elster, J., 1989., *The Nuts and Bolts for the Social Sciences*, Cambridge University Press. (=1997, 海野道郎訳『社会科学の工具箱』ハーベスト社.)
- 金井雅之, 1998, 「功利主義とレクシミン」『数理科学』3月号.
- Harsanyi, J. C., 1977, *Rational Behavior and Bargaining Equilibrium in Games and Social Situations*, Cambridge: Cambridge University Press.
- 木村邦博, 2002, 『大集団のジレンマ』ミネルヴァ書房.
- 永田えり子, 1988, 「自由と効率」『理論と方法』3(1): 43-56.
- 森村進, 1987, 「「リヴァイアサン」の自然状態」『理想』637: 85-93.
- 武藤正義, 2005, 「社会的ジレンマと協力概念：フリーライドの視点による N 人ゲームの構造分析 I」大浦宏邦編『秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ』平成14~16年度科学研究費補助金・研究成果報告書, 帝京大学.
- Raub, W. 1988. "Problematic Social Situation and the Large Number of Dilemma: A Game-theoretical Analysis." *Journal of Mathematical Sociology*. 13(4): 311-357.
- 鈴木鉄忠, 2003, 「集合行為問題のゲーム理論的分析及び社会学的考察」平成14年度東京工業大学社会理工学研究科修士論文.
- 瀧川哲夫, 1989, 「 N 人ゲーム状況の構造解析」『北海道大学文学部紀要』37: 77-146.
- Taylor, M. 1987. *Possibility of Cooperation*. Cambridge University Press. (=1995 松原望訳『協力の可能性』木鐸社.)
- 山岸俊男, 1991, 「社会的交換と社会的ジレンマ」盛山和夫・海野道朗編『秩序問題と社会的ジレンマ』ハーベスト社.

Theorems of Social Dilemmas:

N-person Game Structure Analysis from the viewpoint of Free Ride II

Masayoshi MUTO

Graduate School of Decision Science and Technology

Tokyo Institute of Technology

2-12-1 Oookayama, Meguro, Tokyo 152-8552, JAPAN

第 3 部

実験

Rises and Falls of Cooperation

— Macro Analyses of a Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility —

Jun Kobayashi, Yuhsuke Koyama, Hideki Fujiyama, and Hirokuni Oura
(University of Chicago) (Tokyo Institute of Technology) (Dokkyo University) (Teikyo University)

Abstract:

We report cyclic rises and falls of the group cooperation rate in a social dilemma experiment with intergroup mobility. How do the group cooperation rate and the group size affect each other? Olson argues negative effects of the group size on cooperative behavior. Yet the counter effect of cooperation on the group size is yet to be fully examined. For this purpose, we conduct a social dilemma experiment with intergroup mobility (with 170 participants in ten sessions). We analyze data at the macro group level. (i) We observe the positive effect of the group cooperation rate on the group size. (ii) This leads to the cyclic rises and falls of the group cooperation rate. (iii) Intergroup mobility accelerates the cycle.

Keyword: Cooperation, free-rider, social dilemmas, mobility, experiment

1. Introduction

1.1 Cooperation and Group Size

Olson (1955) theoretically argues that as the group size increases, we can expect fewer participants. This negative effect of the group size on cooperation has been empirically supported, both in laboratory experiments and field surveys (Kollock 1998).

Such situation has been conceptualized as “the free-rider problem.” It occurs in groups or even in structured organizations, such as shirking in workplaces, not donating, tax evasion, and environmental pollution. Those people are called “free-riders.”

However, the counter effect of cooperation on the group size is yet to be fully investigated. If we leave it unsolved, we may fail to understand the causal mechanism of the free-rider problem. Ehrhart and Keser (1999) is the only exception. Still, they controlled no condition, so we cannot estimate the exact effect. Therefore, we investigate the following research question.

Research question. How the group cooperation rate and the group size affect each other in social dilemmas? Especially how does the group cooperation affect the group size when mobility costs vary?

We extend Ehrhart and Keser’s experimental design by adding various mobility costs. We conduct a laboratory experiment because our research question requires well-manipulated design,

which cannot be expected in field surveys.

1.2 Literature

The free-rider problem is generalized to “social dilemmas.” Social dilemmas depict conflict between individual rationality and collective efficiency. In a social dilemma, rational persons would free-ride on others’ contributions rather than contribute. Yet if many people free-ride, serious dissonance will result.

Dawes (1980) gave a formal definition of social dilemmas. In a social dilemma, persons have options of “cooperation” (voluntary contribution to the group) and “defection” (noncontribution).

1. Defection always provides higher payoff than cooperates.
2. But if everyone defects, they receive less payoff than if everyone cooperates.

Payoff is measured in an objective, material scale.

In the literature, social dilemmas have been studied mostly without mobility. However, as Hirschman (1970) correctly points out, we often have options to “exit” from a group in the real world. This holds true especially in modern societies.

Tiebout (1956) predicted that if people are fully mobile, cooperation will be promoted. This is because cooperators can gather in cooperative groups. Orbell and Dawes (1993) showed that in a two-player social dilemma experiment with intergroup mobility, cooperation increases. This happens since cooperators are more likely to expect that their partners are also cooperators. Yamagishi et al (1994) supported it in computer simulations.

Based on these work, Ehrhart and Keser (1999) reported a cyclic process of the group cooperation rate. They focus on the size and the average cooperation rate of groups. As the group size increases, the group cooperation rate falls. Then, the group size decreases, which leads to the rise of the group cooperation rate. We retest these results under various conditions.

In Section 2, we raise hypotheses. To test them, we design a laboratory experiment in Section 3. In Section 4, we report results. Implications and future directions will be discussed in the final section.

2. Method

2.1 Experimental Design

To test these hypotheses, we conduct a laboratory experiment. We use a similar experimental design to Ehrhart and Keser (1999), with some differences (see Table 1). The crucial difference is that three levels of mobility costs are compared: “high,” “low,” and “no” mobility costs.

Sessions and Participants: Ten sessions in three Japanese universities in or near Tokyo. In December 2003 and in June 2004. 17 participants in a session, with 170 participants in total. Participants are undergraduate students. The experiment is announced in classes and by advertisements on campus. There is no experienced participant, nor any deception.

Table 1. Differences of Experimental Design

| | Ehrhart and Keser (1999) | This Paper |
|-------------------------|------------------------------------|---|
| Conditions | No condition | Three mobility costs |
| Sessions | 9 with 90 participants | 10 with 170 participants |
| Rounds and Exit Options | 30, can create new group | 10, cannot create |
| Stages | 30 | 50 |
| Initial State | 3 groups, each with 3 participants | 4 groups, each with 4 or 5 participants |
| Investment | 10 units (dividable) | 20 yens (undividable) |
| Marginal Rate of Return | 0.33 to 0.7 | 0.12 to 1 |
| Mobility Costs | 5 units | 0, 20, 50 yens |

Conditions: High mobility costs in four sessions, low mobility costs in four sessions, and no mobility costs in two sessions.

Procedure: 90 minutes per session. (i) Seats are assigned to participants by a lottery. In a large room with no partition. (ii) Instruction by the experimenter and the pre-experiment questionnaire (30 minutes). (iii) The experiment. Participants are randomly assigned to groups by computer. Participants are connected by a local area network on computer. Decisions are made anonymously. They make decisions by clicking mouses on laptop computers (40 minutes). (iv) The post-experiment questionnaire and debriefing (20 minutes). (v) Rewards are given.

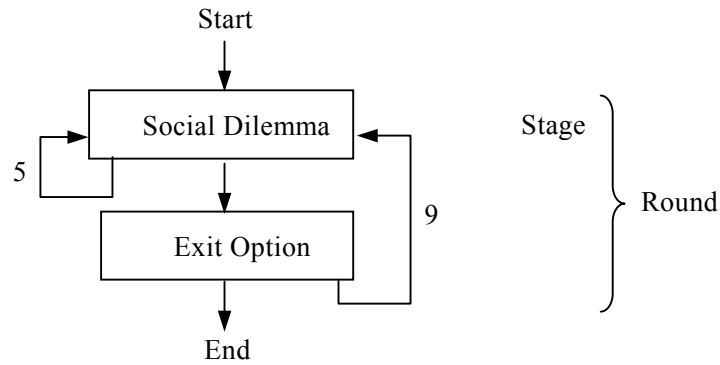
Rewards: Participants receive monetary rewards (in yen), which is exactly how much payoff they earned in the session. They know this. Still, they receive 1,000 yens as a minimum reward. They are unaware of this adjustment. The average reward is 1244.8 yens (100 yens is about a U.S. dollar).

Instruction: An instruction handout is distributed. Participants keep it through a session. The experimenter explains the experiment by reading the instruction. After that, participants are asked to answer two confirmation tests. Solutions are provided.

2.2 Session

In a session, participants play a social dilemma game with intergroup mobility in four groups. A session consists of two levels:

1. In a stage, participants play a social dilemma game.
2. In a round, they repeat *five* stages and then have an option to exit.
3. In a session, participants play *50* stages in *10* rounds.



2.3 Social Dilemma Game in a Stage

In each stage, participants receive 20 yens as a resource. They decide whether to “provide” it to a group as investment (cooperation) or to keep it (defection). The investment is multiplied. Then, it is distributed equally to all the group members. Following Dawes’ (1980) formulation, payoff functions are supposed to be linear (i.e., proportional to the number of providers).

Payoff functions: The rate of return depends on the group size. In single-player groups, the return is equal to the investment. This is because there is no “social” dilemma here.

$$u(C, m, 1) = u(D, m, 1) = 20 \quad \text{for any } m,$$

where $u(C)$ denotes the payoff of providing 20 yens when there are m providers in the group (except the participant). Similarly, $u(D)$ means that of keeping 20 yens.

In two-player groups, the investment is multiplied by 1.5.

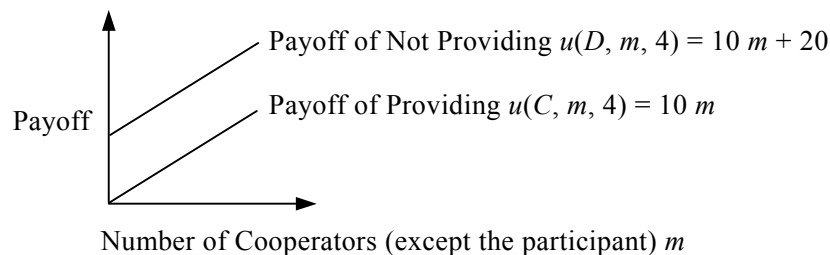
$$u(C, m, 2) = 30 \frac{m}{2} = 15m, \quad u(D, m, 2) = 30 \frac{m}{2} + 20 = 15m + 20.$$

In multiple-player groups, the investment is multiplied by 2.

$$u(C, m, n) = 40 \frac{m}{n}, \quad u(D, m, n) = 40 \frac{m}{n} + 20,$$

where n is the group size (see the graph with 4 participants).

Note that these payoff functions satisfy the conditions of social dilemmas (except that in one-person groups).



Information: In each stage, a participant sees the following information on the computer display.

1. number of providers in the group in the stage;
2. her decisions and payoffs in the round;
3. each group size, each group's average payoffs in the current stage, and those in the current round.

2.4 Exit Option in a Round

After five stages, participants are simultaneously offered the exit option. Participants decide which group to play the next round. They can stay at the same group. If another group is chosen, participants pay 20 yens in the “low” mobility costs condition. They pay 50 yens in the “high” mobility costs condition. It is free to move in the “no” mobility costs condition.

$$u(E) = -50, \quad u(S) = 0 \text{ in high mobility costs condition,}$$

$$u(E) = -20, \quad u(S) = 0 \text{ in low mobility costs condition,}$$

$$u(E) = u(S) = 0 \text{ in no mobility costs condition,}$$

where $u(E)$ expresses the payoff of exiting and $u(S)$ does that of staying.

Information: After a round, participants are provided with the following information.

1. the payoff she earned in the round;
2. each group's average payoffs in each stage and the size;
3. each group's average payoffs in the current round;

In sum, a participant earns payoffs in a session as

$$\sum_{t=1}^{50} u^t(a^t, m^t, n^t) + \sum_{T=1}^9 u^T(b^t),$$

where $a^T = C, D$ (cooperation or defection in stages) and $b^T = E, S$ (exit or stay in rounds).

3. Hypotheses

3.1 Effects of Group Size on Group Cooperation

In such a social dilemma, game theory predicts that cooperation declines as the group size increases. This is because the marginal (per capital) rate of return decreases in bigger groups as follows.

$$u(C, m+1, 2) - u(C, m, 2) = 15,$$

$$u(C, m+1, n) - u(C, m, n) = \frac{40}{n} \quad \text{if } n \geq 3.$$

Hypothesis 1 (Size on Cooperation). The bigger the group size is, the lower the group cooperation rate will be. Conversely, the smaller the group size is, the higher the group cooperation rate will be.

3.2 Effects of Group Cooperation on Group Size

Table 2. Descriptive Statistics of Sessions

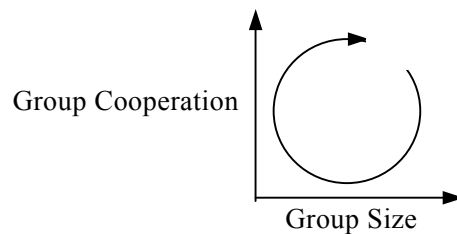
| Session | Condition (Mobility Costs) | Univ- ersity | Year | Group Cooperation Rate | | Group Mobility Rate | | Payoffs | |
|---------|----------------------------------|-----------------|------|---------------------------|-------|------------------------|-------|---------|-------|
| | | | | Mean | S.D. | Mean | S.D. | Mean | S.D. |
| 1 | 50 yens | A | 04 | 0.349 | 0.209 | 0.203 | 0.180 | 1236.5 | 171.9 |
| 2 | 50 yens | A | 04 | 0.360 | 0.184 | 0.203 | 0.116 | 1228.2 | 113.8 |
| 3 | 50 yens | B | 03 | 0.256 | 0.181 | 0.209 | 0.201 | 1145.0 | 181.7 |
| 4 | 50 yens | C | 03 | 0.268 | 0.178 | 0.131 | 0.116 | 1203.9 | 142.4 |
| 5 | 20 yens | A | 04 | 0.295 | 0.161 | 0.327 | 0.145 | 1217.1 | 111.8 |
| 6 | 20 yens | A | 04 | 0.296 | 0.207 | 0.216 | 0.210 | 1223.7 | 102.5 |
| 7 | 20 yens | A | 03 | 0.395 | 0.224 | 0.281 | 0.162 | 1331.8 | 199.3 |
| 8 | 20 yens | B | 03 | 0.286 | 0.163 | 0.268 | 0.166 | 1218.8 | 88.1 |
| 9 | 0 yen | A | 04 | 0.288 | 0.231 | 0.693 | 0.181 | 1261.8 | 100.1 |
| 10 | 0 yen | A | 04 | 0.416 | 0.186 | 0.654 | 0.178 | 1381.2 | 138.3 |
| | | | | 0.3 | | 0.3 | | | |
| Total | | | | 37 | | 18 | | 1265.5 | |

Unit is individuals.

What happens then? Once the group cooperation rate declines, rational actors would leave the group.

Hypothesis 2 (Cooperation on Size). The lower the group cooperation rate is, the smaller the group size will be in the next round. Conversely, the higher the group cooperation rate is, the bigger the group size will be in the next round.

Thus, we expect a cyclic process of the group size and the group cooperation rate.



3.3 Effects of Mobility Costs

Ehrhart and Keser (1999) already showed this process. So, we add the following hypothesis.

Hypothesis 3 (Mobility Costs). As mobility costs decrease, the cyclic process will be accelerated.

This is because players can move more easily if mobility costs lower.

4. Results

4.1 Descriptive Statistics

Descriptive statistics are provided in Tables 2 and 3. We are interested in mutual effects of the group size and the group cooperation rate. So, the unit of analysis hereafter should be “the group in the

Table 3. Descriptive Statistics of Conditions

| | Conditions (Mobility Costs) | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|------|--------------|------|---------|------|--------------|------|--------|------|--------------|------|
| | 50 Yens | | | | 20 Yens | | | | 0 Yens | | | |
| | N | Mean | Correlations | | N | Mean | Correlations | | N | Mean | Correlations | |
| | | | 1 | 2 | | | 1 | 2 | | | 1 | 2 |
| 1. Current Group Cooperation | 160 | 0.34 | | | 160 | 0.36 | | | 80 | 0.40 | | |
| 2. Current Group Size | 160 | 4.25 | -0.32 | | 160 | 4.25 | -0.38 | | 80 | 4.25 | -0.30 | |
| 3. Previous Group Cooperation | 144 | 0.34 | 0.46 | 0.01 | 144 | 0.36 | 0.04 | 0.16 | 72 | 0.40 | -0.13 | 0.39 |

Unit is group in round.

Table 4. Test Result of Hypothesis 1.

| | Conditions (Mobility Costs) | | |
|----------------------------|-----------------------------|----------------|--------------|
| | 50 Yens | 20 Yens | 0 Yen |
| Round | .00 (.01) | .00 (.01) | -.02 (.01) |
| Current Group Size | -.04 (.01) *** | -.05 (.01) *** | -.03 (.01) * |
| Previous Group Cooperation | .47 (.07) *** | .11 (.08) | -.04 (.13) |
| R^2 | .323 | .160 | .113 |

$N=360$. † $p < .10$, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. Unit is group in round.

Unstandardized coefficients and standard errors.

Dependent variable = Current group cooperation.

round” (with five stages and one exit option).

The sample size is 4 groups x 10 stages x 10 sessions = 400. If we use variables “in the previous round,” the sample size becomes 360 (4 groups x 1 stage x 10 sessions = 40 is subtracted for the first stage).

4.2 Effects of Group Size on Group Cooperation

In Hypothesis 1, the dependent variable is “the average group cooperation rate in the current round.” The independent variable is “the current group size.” We control for the order of the round (1 to 9) and the average group cooperation rate in the previous round. With these variables, we test the hypothesis by a regression equation:

$$\text{Current Cooperation} = \alpha + \beta_1 \text{Round} + \beta_2 \text{Current Size} + \beta_3 \text{Previous Cooperation}.$$

Test results are shown in Table 4. In each condition, the current group size has significant negative effects on the current group cooperation rate. This verifies the first hypothesis.

Result 1. The bigger the group size is, the lower the group cooperation rate is.

4.3 Effects of Group Cooperation on Group Size

Table 5. Test Result of Hypothesis 2.

| | Conditions (Mobility Costs) | | |
|----------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|
| | 50 Yens | 20 Yens | 0 Yen |
| Round | .00 (.04) | -.01 (.05) | .07 (.10) |
| Previous Group Cooperation | 2.12 (.44) *** | 3.11 (.57) *** | 4.83 (1.08) *** |
| Previous Group Size | .83 (.06) *** | .65 (.07) *** | .36 (.11) ** |
| R^2 | .596 | .374 | .265 |

$N=360$. [†] $p < .10$, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. Unit is group in round.

Unstandardized coefficients and standard errors.

Dependent variable = Current Group Size.

In Hypothesis 2, the dependent variable is “the current group size.” The independent variable is “the average group cooperation rate in the previous round.” We control for the order of the round and the group size in the previous round. The hypothesis is tested by a regression equation:

$$\text{Current Size} = \alpha + \beta_1 \text{Round} + \beta_2 \text{Previous Cooperation} + \beta_3 \text{Previous Size}.$$

Test results are shown in Table 5. In each condition, the previous group cooperation rate has significant positive effects on the current group size. This verifies the second hypothesis.

Result 2. The lower the group cooperation rate is, the smaller the group size is in the next round.

4.4 Effects of Mobility Costs on Cycle

By combining these results, we observe cyclic rises and falls of the group cooperation rate. As the group expands, the group cooperation rate falls. As a result, the group shrinks, which on the other hand raise the group cooperation rate.

How is this cycle affected by mobility costs? To test Hypothesis 3, compare regression coefficients. Even as mobility costs increase, the effects of “the current group size” on “the current group cooperation rate” have no trend (the coefficients are $-.04$ to $-.05$ to $-.03$, see Table 4). This makes sense because once the group size is fixed, the group cooperation rate cannot be affected by intergroup mobility.

On the other hand, the effects of “the previous group cooperation” on “the current group size” monotonically increase (2.12 to 3.11 to 4.83, see Table 5). This is a result of increasing intergroup mobility.

Therefore, Hypothesis 3 is roughly supported. Still, differences are not statistically significant (by testing differences of two independent groups).

Result 3. As mobility costs decrease, the cyclic process is accelerated. Still, this trend is not statistically significant.

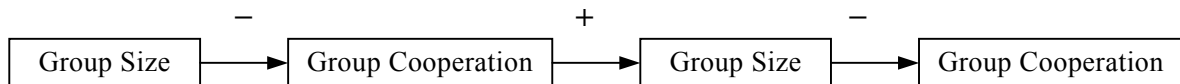
5. Conclusion

5.1 Summary

We examined how the group cooperation rate and the group size affect each other. Following Ehrhart and Keser (1999), we conducted a social dilemma experiment with intergroup mobility. Unlike them, we compared three mobility costs.

By analyzing the data at the group level, we reported the following findings.

- (i) The group size decreases the group cooperation rate (Result 1). This is rather trivial because the per capita marginal rate of return decreases as the group size increases.
- (ii) The group cooperation rate boosts the group size in the next round (Result 2). This result can only be attained when intergroup mobility is introduced.
- (iii) Combining these results, we observed cyclic rises and falls of the group cooperation rate.
- (iv) These three findings were already reported in Ehrhart and Keser (1999). What is added here is that intergroup mobility accelerates the cycle (Result 3).



5.2 Practical Lesson

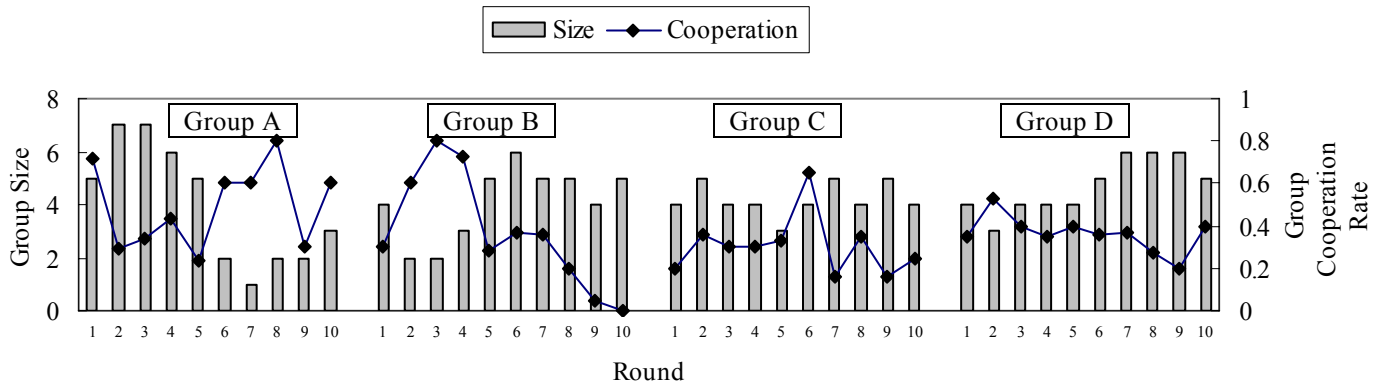
A practical lesson might be that, to raise cooperation in groups, it would be a useful method to promote mobility. To keep a high cooperation level, restrain mobility. These could be applied in business transactions, community development, and social movements.

5.3 Discussion

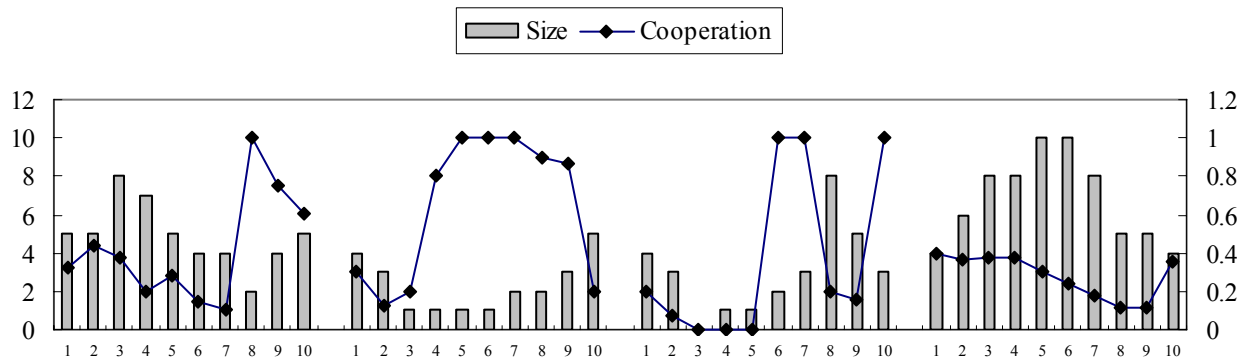
- (i) Micro analyses: We analyzed the data at the “macro” group level. “Micro” individual decisions are analyzed in another paper (Fujiyama, Kobayashi, Koyama, and Oura 2004). The pre- and post-experimental questionnaires will provide how individual fairness affects free-riding. Messick and McClintock (1968) revealed that people sometimes have fair motivations rather than selfish ones. Kobayashi (2001) argues that if such fairness is well shared, cooperation can be attained.
- (ii) Network formation: This experiment may clarify the process of cooperative network formation. Marwell and Oliver (1993) show that dense and centralized networks will promote cooperative decisions. We can examine the reverse causality from cooperative behavior to cooperative networks.
- (iii) Survey: Our experimental findings can be supplemented by field surveys on free-riding. March and Simon (1958) argues that workers make two decisions: to participate or exit and to contribute or not. We conducted a survey on workers. The survey focuses on the effect of mobility, yet such effects have been unclear in previous surveys (i.e., Ostrom 1990 on communities and Takahashi 2001 on workplaces).

Appendix: Group Size and Group Cooperation Rate in Sessions

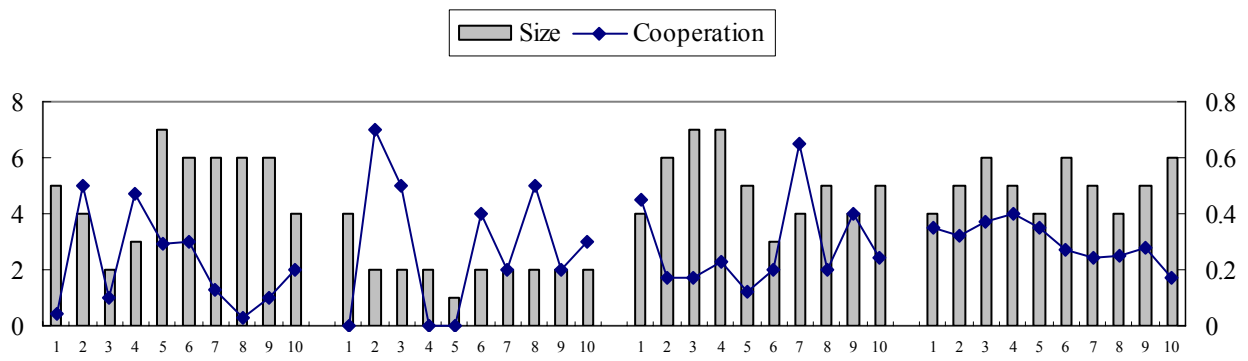
Session 1 (Mobility Costs = 50 Yens)



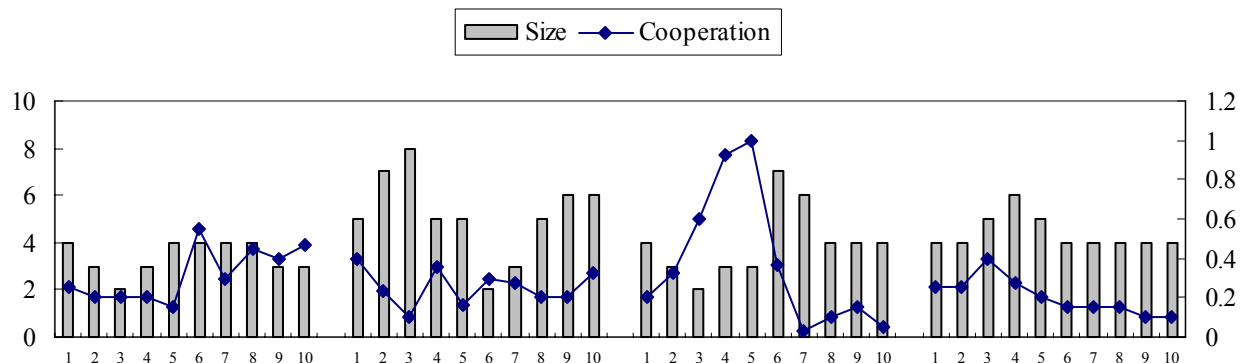
Session 2 (Mobility Costs = 50 Yens)



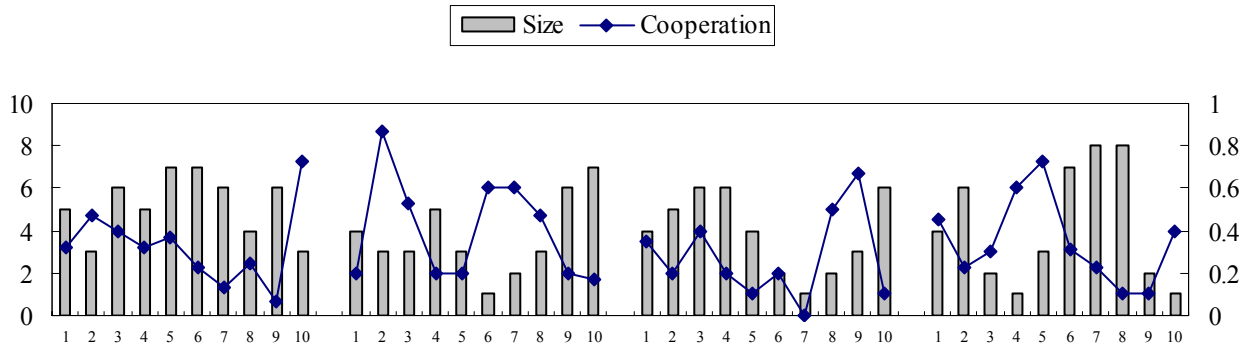
Session 3 (Mobility Costs = 50 Yens)



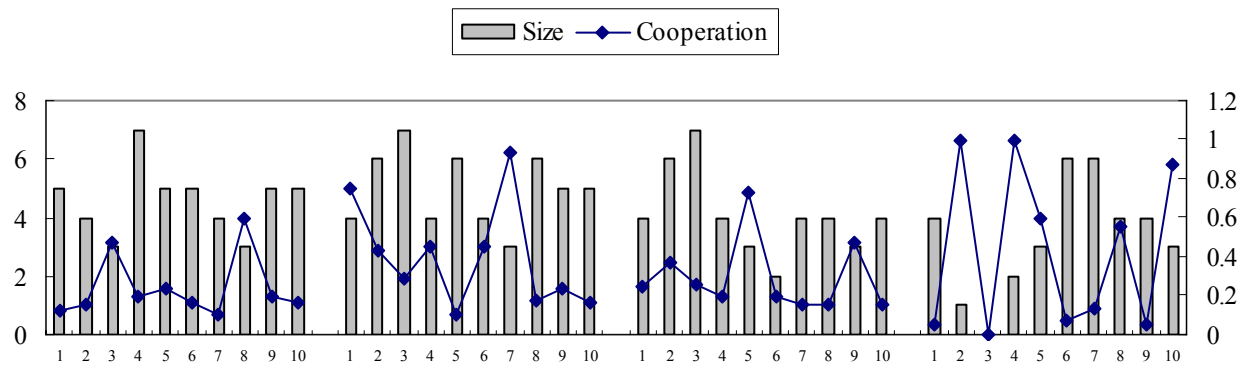
Session 4 (Mobility Costs = 50 Yens)



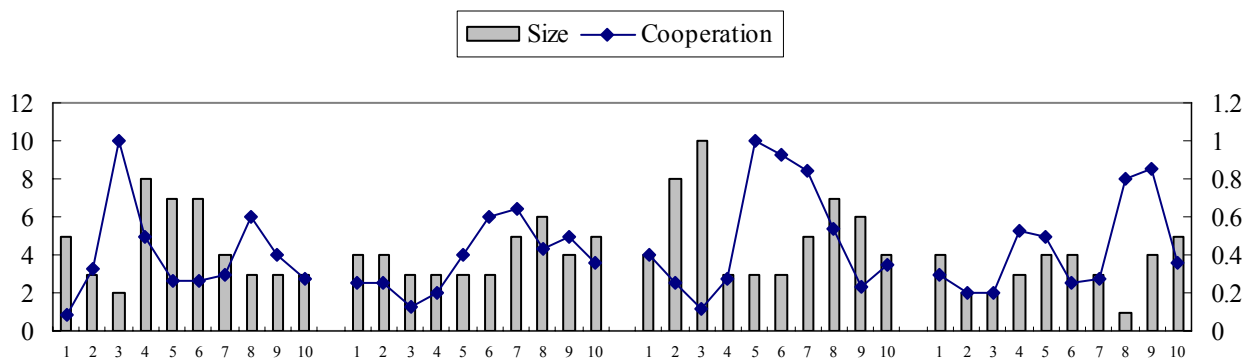
Session 5 (Mobility Costs = 20 Yens)



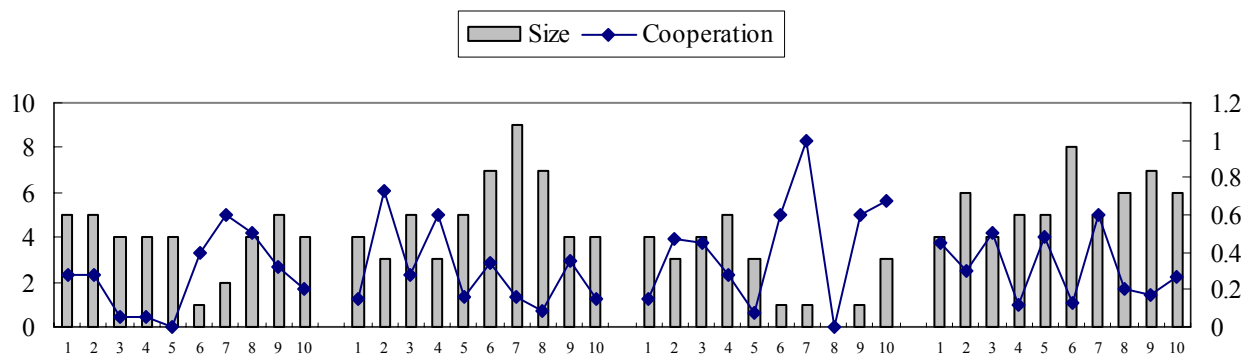
Session 6 (Mobility Costs = 20 Yens)



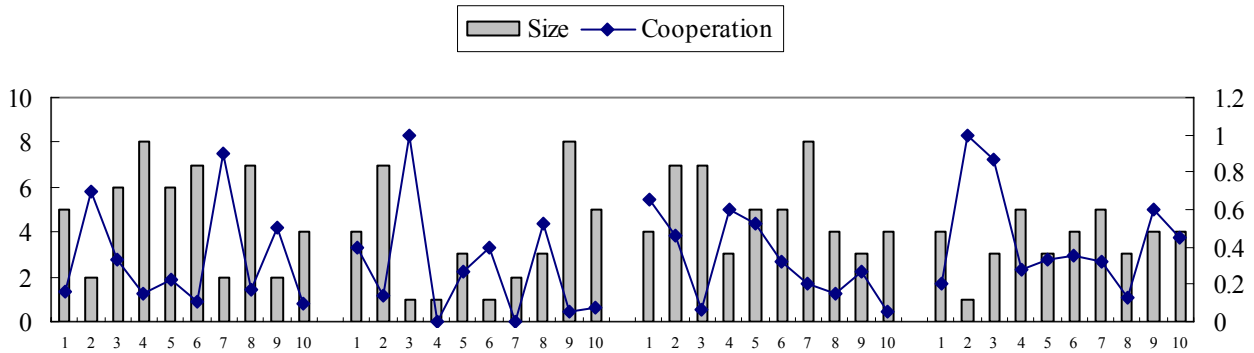
Session 7 (Mobility Costs = 20 Yens)



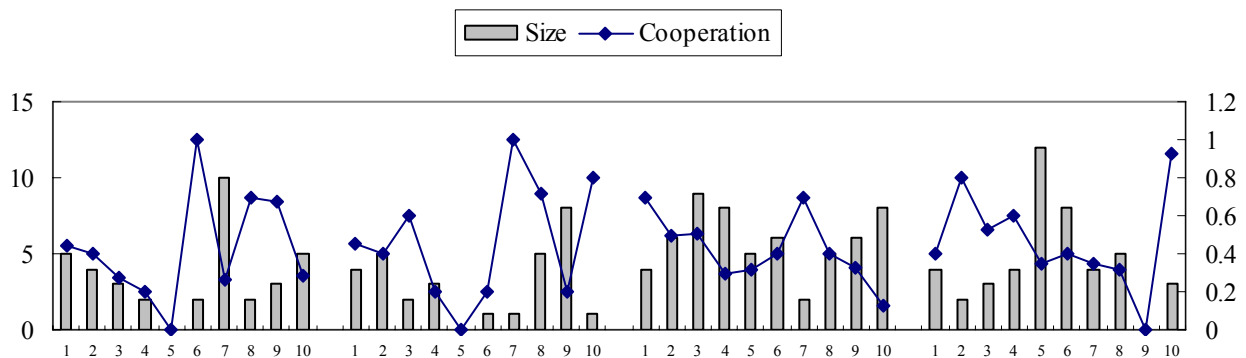
Session 8 (Mobility Costs = 20 Yens)



Session 9 (Mobility Costs = 0 Yens)



Session 10 (Mobility Costs = 0 Yens)



References

- Axelrod, Robert. 1984. *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books.
- Dawes, Robyn M. 1980. "Social Dilemmas." *Annual Review of Psychology* 31:169-93.
- Ehrhart, Karl-Martin and Claudia Keser. 1999. "Mobility and Cooperation: On the Run." CIRANO Working Papers 99s-24.
- Fujiyama, Hideki, Jun Kobayashi, Yuhsuke Koyama, and Hirokuni Oura. 2004. "Social Dilemma and Intergroup Mobility: Experimental Analysis." Paper presented at the 8th China-Japan Symposium on Statistics. October 17. Guilin, China.
- Hirschman, Albert O. 1970. *Exit, Voice, and Loyalty: Responses to Decline in Firms, Organizations and States*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Kobayashi, Jun. 2001. "Unanimous Opinions in Social Influence Networks." *Journal of Mathematical Sociology* 25:285-97.
- Kollock, Peter. 1998. "Social Dilemmas: The Anatomy of Cooperation." *Annual Review of Sociology* 24:183-214.
- March, James G. and Herbert Simon. 1958. *Organizations*. New York: John Wiley and Son.
- Marwell, Gerald and Pamela Oliver. 1993. *The Collective Mass in Collective Action: A Micro-Social Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Messick, David M. and Charles Graham McClintock. 1968. "Motivational Bases of Choice in Experimental Games." *Journal of Experimental Social Psychology* 4(1): 1-25.
- Olson, Mancur. 1965. *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*. Harvard University Press.

- Orbell, John M. and Robyn M. Dawes. 1993. "Social Welfare, Cooperators' Advantage, and the Option of Not Playing the Game." *American Sociological Review* 58, 787-800.
- Ostrom, Elinor. 1990. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. New York: Cambridge University Press.
- Takahashi, Nobuo. 2001. "Effective Temperature Hypothesis and Lukewarm Feeling in Japanese Firms." *International Journal of Management Literature* 1: 127-42.
- Tiebout, Charles M. 1956. "A Pure Theory of Local Public Expenditures." *Journal of Political Economy* 64: 416-24.
- Yamagishi, Toshio, Nahoko Hayashi, and Nobuhito Jin. 1994. "Prisoner's Dilemma Network: Selection Strategy versus Action Strategy." In Ulrich Schulz, Wulf Alberts, and Ulrich Mueller (eds.), *Social Dilemmas and Cooperation*, pp.233-50, Berlin: Springer-Verlag.

Acknowledgement:

Authors thank Authors thank Gary S. Becker, Phillip Bonacich, Vincent Buskens, Toko Kiyonari, Nobuyuki Takahashi, Toshio Yamagishi, and Kazuo Yamaguchi for their comments. We also thank Hideki Ishihara, Kazuhiro Kagoya, Masayuki Kanai, Hideki Kamiyama, Naoko Taniguchi, Ryuhei Tsuji, Motoko Harihara, and Masayoshi Muto for their support in the experiment.

Decisions on the Exit

—Micro Analyses of a Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility 1—

Hideki Fujiyama, Jun Kobayashi, Yuhsuke Koyama, and Hirokuni Oura
(Dokkyo University) (University of Chicago) (Tokyo Institute of Technology)
(Teikyo University)

Abstract:

Using experimental data from a series of social dilemma experiments, we examine the differences in the exit behaviors between cooperators and non-cooperators. Our results indicate that cooperators have a higher probability for an exit choice than non-cooperators. Non-cooperators, on the other hand, are more sensitive to the surrounding cooperation rate in their group.

Keywords: exit, decision-making, social dilemmas, mobility, experiment.

1. Introduction

In modern societies, we enjoy increasing mobility in areas such as job changes, moves and immigration. On the other hand, there exists the free-riding problem, such as shirking in the workplaces and issues relating to public peace and order.

Theoretically, there is a relationship between these two phenomena, that is, there is the negative effect of mobility on cooperation. In situations where there is no mobility, players continue to interact with each other in their groups or societies. They know that free-riding can bring about harmful effects on their future payoff. In situations where there is mobility, however, players can cut relationships with other members of their group. The more mobility increases, the less the players care about the harmful effects of free riding. This argument is based on the “folk theorem” of the repeated prisoner dilemma game.

On the other hand, the positive effect of mobility on cooperation is shown in several papers on the coordination game (Dieckmann[1999], Bhaskar and Vega-Redondo [2004], Oechssler [1997]). In the coordination game, there are both a Pareto-efficient equilibrium and a Pareto-inefficient equilibrium. As the Pareto inefficient equilibrium can have the advantage in risk taking, that is “risk dominance,” the Pareto inefficient and risk dominant equilibrium is selected under many learning processes (Kandori et al [1993], Young [1993]). However, if there is a choice to move to another group, the Pareto efficient equilibrium is selected instead of the inefficient and risk dominant equilibrium. The logic is very simple. The player in the inefficient group can exit in order to change the action from the inefficient one to the efficient one.

However, this logic in the coordination game does not apply in the social (or prisoner) dilemma game. In the coordination game, as all players wish to change for the efficient action, the action of players who are moving to a group is desirable for players who have been in the group. On the other hand, in the social (or prisoner) dilemma game, some players try to enjoy free riding by moving to another group. The cooperative players in the group do not continue to cooperate because of these free riders. The equilibrium efficiency is therefore affected.

In the social (or prisoner) dilemma game, therefore, it is important for cooperators to continue to exit from inefficient groups earlier than the non-cooperators (or free riders). In other words, the difference in moving behaviors between cooperators and non-cooperators is a key factor in achieving cooperation in a social dilemma situation with mobility.¹

We estimate the exiting functions and examine the differences in moving behaviors between cooperators and non-cooperators using our experimental data.

In Section 2, we outline the experimental design and the data set. Section 3 reports the results and Section 4 concludes the paper.

2. Research design

2.1 The Experiment

Social Dilemma with Intergroup Mobility

Dawes (1980) gives a formal definition of social dilemmas. In a social dilemma,

1. persons have options of “cooperation” (voluntary contribution to the group) and “non-cooperation” (non-contribution);
2. non-cooperation always provides higher payoff than cooperation
3. but if everyone defects, they receive less payoff than if everyone cooperates.

Payoff is measured in an objective material scale.

We are interested in social dilemmas with intergroup mobility. In the our experiment, we assume:

1. in a stage, participants play a social dilemma game in groups;
2. in a round, they repeat five stages and then have an option to move to another group;
3. in a session, they repeat ten rounds.

In total, participants play the social dilemma game for 50 stages with nine chances to exit (Figure 1.).

¹ Ehrhart and Kaser [1999] reports that the cooperators are on the run from non-cooperators who follow them around.

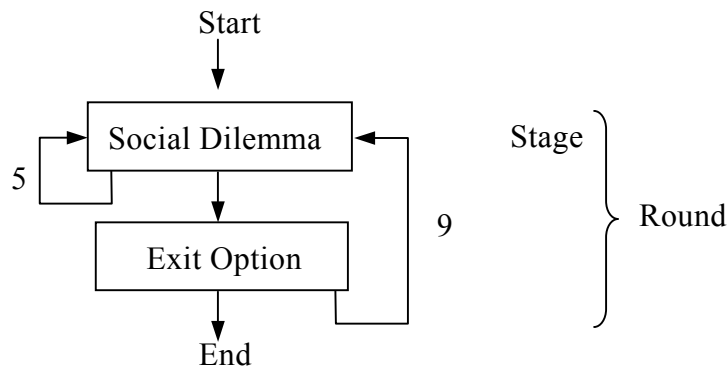


Figure 1: Structure of the Game.

We control mobility costs. Four levels of mobility costs are compared: “high,” “low,” and “zero” mobility costs and “no mobility” condition.

Sessions: Ten sessions were held in three Japanese universities in or near Tokyo in December 2003 and in June 2004. In each session, 17 or 16 participants were enrolled, with a total of 234 participants in 14 sessions.

Conditions: (i) 0-yen-moving-cost (4 sessions with 17 participants) (ii) 20-yen-moving-cost (4 sessions with 17 participants) (iii) 50-yen-moving-cost (4 sessions with 17 participants) (iv) no mobility i.e. no moving option (4 sessions with 16 participants).

Participants: 234 undergraduate students. The experiment was announced in classes and by advertisements on campuses. There were no experienced participants, nor was there any deception.

Procedure: (i) Seats were assigned to participants by a lottery in a large room with no partitions. (ii) Instructions, and a pre-examination questionnaire, were given by the experimenters. (iii) Decisions were made anonymously. (iv) A post-experiment questionnaire and debriefing were given. (v) Rewards were given.

Time: 90 minutes per session. 30 minutes for the instruction and the pre-experimental questionnaire. 40 minutes for the experiment. 20 minutes for the post-experimental questionnaire and debriefing.

Rewards: Participants knew that they would receive a monetary reward (in yen), which would be exactly equal to the payoff they earned in their session. However, they did not know that they would receive a 1,000 yen as a minimum reward, regardless of their earnings. The average reward was 1287.1 yen, with the standard deviation of 190.1 yen (a 100 yen was about one U.S. dollar at the time of the experiment).

Equipment: Participants were connected by computers on a local area network. They made decisions by clicking their mouse on a laptop computer.

Instructions: An instruction handout was distributed. Participants kept it through out the session. The experimenter explained the experiment by reading the instructions. Participants were then asked to complete two confirmation tests, in order to check they had understood the instructions. Solutions were provided.

Matching: Participants were randomly assigned to groups by computer. Each group had four or five participants at the beginning.

Social Dilemma Game in a Stage

In a session, participants played social dilemma games with intergroup mobility in four groups. The game consisted of two levels:

1. In each stage, participants played a social dilemma game.
2. In a round, they repeated *five* stages and then had an option to exit.

Participants played 50 stages in *nine* rounds.

In each stage, participants received 20 yen as a resource. They decided whether to “provide” it to their group as an investment (cooperation), or to keep it (non-cooperation). The investment was multiplied by 2 or 1.5, depending on their group size. It was then distributed equally to all the group members.

Payoff functions: The rate of return depended on the group size. In single-player groups, the return was equal to the investment. This was because there was no “social” dilemma:

$$u(C) = u(N) = 20,$$

where $u(C)$ denotes the payoff of providing 20 yen, while $u(N)$ means keeping 20 yen.

In two-player groups, the investment was multiplied by 1.5:

$$u(C) = 30 \frac{m}{2} = 15m, u(N) = 30 \frac{m}{2} + 20 = 15m + 20,$$

where there were m providers in the group.

In multiple-player groups, the investment was multiplied by 2:

$$u(C) = 40 \frac{m}{n}, u(N) = 40 \frac{m}{n} + 20,$$

where n was the group size (see the graph for 4 participants).

Note that these payoff functions satisfy the conditions of social dilemmas except that for one-person groups (Figure 2).

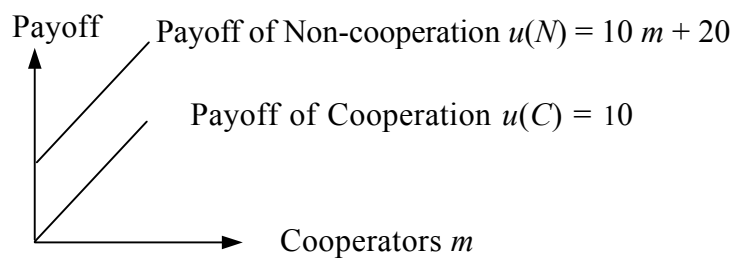


Figure 2: Social Dilemmas

Information: Participants made decisions anonymously. In each stage, a participant saw the following information on the computer display:

1. The number of providers in the group in the stage;
2. His/her decisions and payoffs in the round;
3. Each group’s size, each group’s average payoffs in the current stage and each group’s average payoffs in the current round.

Exit Options/Pauses in a Round

Exit option: After five stages, participants were simultaneously offered an exit option. Participants decided which group to join in the next round. They could decide to stay in the same group. If another group was chosen, participants paid 20 yen costs in the “low” mobility costs condition, 50 yen in the “high” mobility costs condition and no cost for moving in the “no” mobility costs condition:

$$u(E) = -50, u(S) = 0 \text{ in high mobility costs condition,}$$

$$u(E) = -20, u(S) = 0 \text{ in low mobility costs condition,}$$

$$u(E) = u(S) = 0 \text{ in no mobility costs condition,}$$

where $u(E)$ expresses the payoff for exiting, and $u(S)$ for staying.

Pause: In the “no mobility” condition, participants make a pause for a minute. During this time, they see the same information as shown in other conditions.

$$u(S) = 0.$$

Information: In any condition, after a round participants were provided with information on:

1. The payoff he/she earned in that round;
2. Each group’s average payoffs in each stage and the sizes of the groups;
3. Each group’s average payoffs in the current round;

In summary, a participant earned payoffs in a session as follows:

$$\sum_{t=1}^{50} u^t(a) + \sum_{T=1}^9 u^T(b),$$

where $a = C, N$ (cooperation or non-cooperation in stages), and $b = E, S$ (exiting or staying in a round).

2.2 Data and Estimation

Data

A player has nine chances to exit from a group in a session. There are ten sessions in which 17 participants are included. The sample size is 1,530 (= 9 chances \times 17 participants \times 10 sessions). We construct an “**exit variable**,” that is, if a participant exits from a group then the value is 1, otherwise, it is 0. That is, this variable is a binary.

The degree of individual cooperation is represented by the “**individual cooperation rate**,” which is the ratio of cooperation in all 50 decisions. This measure is not concerned with attitudes, but with behaviors.

In order to investigate whether there is a difference in exit behaviors between cooperators and non-cooperators, we estimate the relationship between decisions on exit and “individual cooperation rates.” We assume that the “exit variable” is a dependent variable, and that the “individual cooperation rate” is an explanatory variable. As the “exit” is not a direct significant factor that affects the “individual cooperation rate” in this experiment (Fujiyama et al [2005]), we assume this relationship.

In order to control the environment, we consider several control factors. The first control factor is one in which participants are pushed to another group. For this factor, we have a “**group surrounding cooperation rate**,” which is the group’s average cooperation rate excluding the concerned participant in that round. For example, there are four participants in a group, and the cooperation rate of Participant 1 is

0.4; the cooperation rate of Participant 2 is 0.6; the cooperation rate of Participant 3 is 0.2; and the cooperation rate of Participant 4 is 0.3. For Participant 2, the “group surrounding cooperation rate” is 0.3 ($= (0.4 + 0.2 + 0.3) / 3$). If this value is low, then the participant tends to exit from the group.

The second control factor is one in which participants are pulled from other groups. For this factor, we have data for payoffs of the other groups in the current round. This information is interpreted as a simple predicted average payoff for each group, that is, we assume that participants consider that the payoff in a current round significantly affects the payoff in the next round (Figure 3).² Though there are more complicated (sophisticated) ways of predicting outcomes, the fact that participants have no prior experience of playing the game means that they utilize our simple prediction methods, and these are therefore a reasonable way to analyze the results.

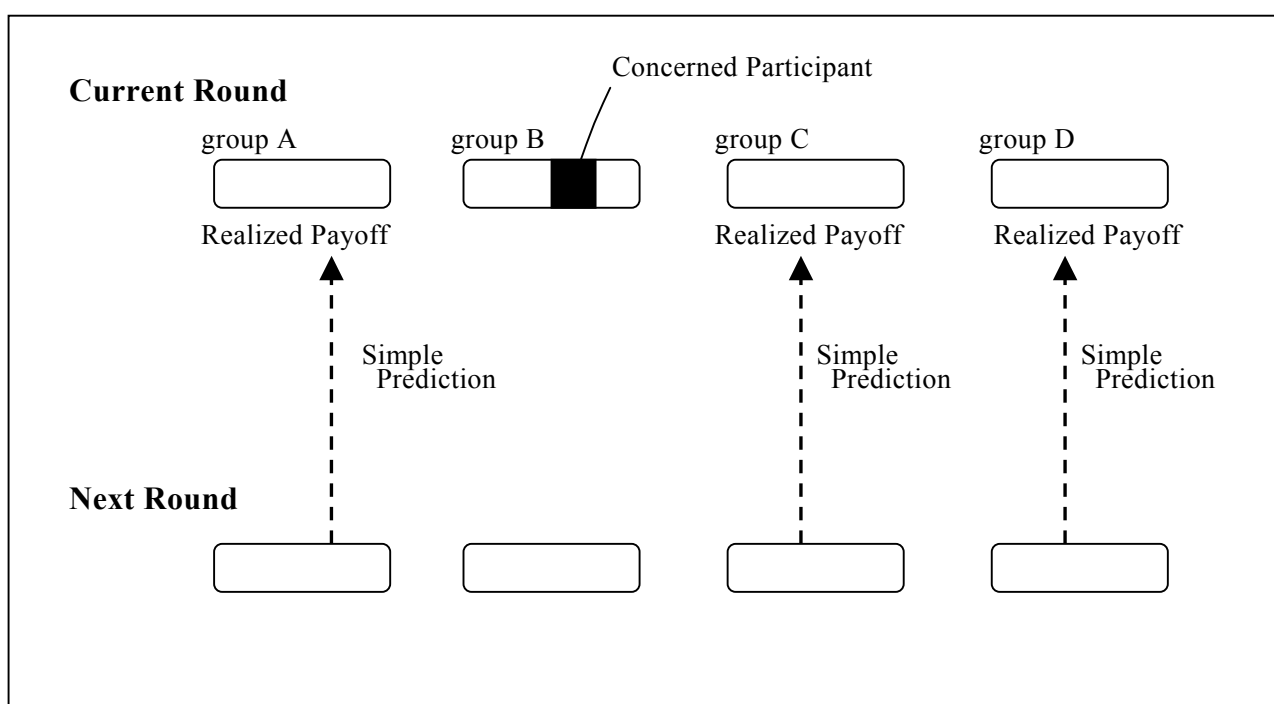


Figure 3: Simple Prediction

From the point of view of maximizing payoff, the first and second factors mentioned above are the most important pieces of information. The reason we take the cooperation rate in “push” factor and payoffs in “pull” factor is as follows: (1) The payoff is determined by the “group surrounding cooperation rate” and the concerned participant’s cooperation rate. There is therefore, by definition, positive

² If there is an empty group in a current round, that is, there is no participant in that group, we take 20 yen as the predicted payoff for that group. This is because, if one participant moves to that empty group in the next round, but all other participants stay in the same groups, then the participant belongs to the one participant group in the next round, and the participant’s payoff is, by definition, 20 yen.

correlation between these two explanatory variables (individual cooperation and individual payoff). (2) There is no such correlation concerning “pull” factors. In addition, the average payoffs of other groups are displayed on their computer screens for all participants in the experiment.

The third control factor is the sizes of the other groups, and the dummy variables for the 50-yen-cost and 0-yen-cost conditions.³ We omit the data for the exits from one and two participants groups for two reasons: the formula for payoffs in one and two participant groups are different and it is not relevant to treat the “group surrounding cooperation rate” as in other cases.⁴ The relationship among variables is summarized in Figure 4.

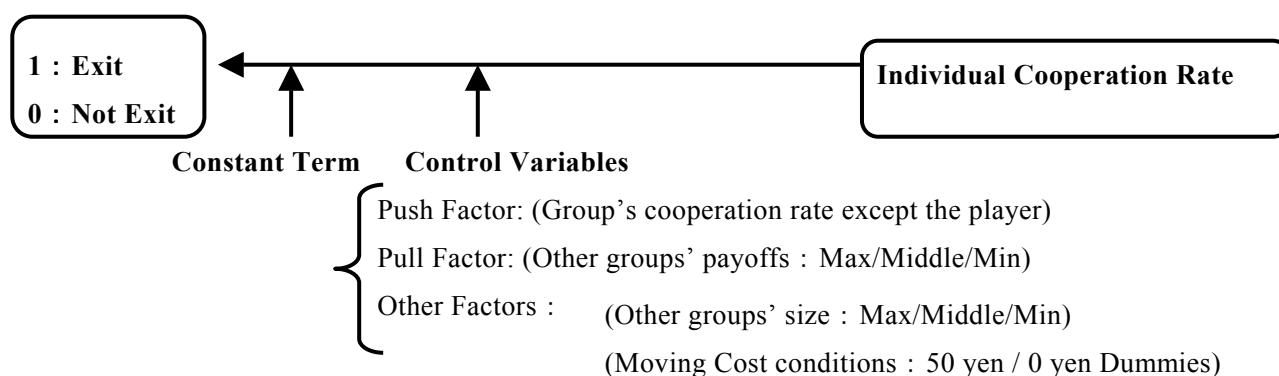


Figure 4: Dependent and Explanatory Variables

Estimations

We consider two estimations. (1) A simple estimation using all data. (2) An estimation in which we divide data into two categories, that is, high cooperators and low cooperators, to compare estimated parameters. We arrange the data in order, from high individual cooperation rates to low individual cooperation rates, and consider that the upper one-third of the data is data for high cooperators, and the lower one-third of the data is data for low cooperators. As the dependent variable (“the exit variable”) is binary data, we use the Probit and Logit models to estimate parameters. We consider that there is not serious multicollinearity,

³ As the total number of participants is fixed, we omit, from our analysis, the total number of participants in the group to which the concerned participant belongs. If we include this variable, there is perfect correlation among the four variables (the number of participants in the concerned group, plus the numbers of participants in the other three groups).

⁴ In one-participant groups, it is impossible to calculate the “group surrounding cooperation rate”. In a two-participant group, a participant can retaliate against another participant directly. This direct retaliation is impossible in three-or-more-participant groups. From this point of view, we can consider that games of two-participants, and three-or-more-participant, are qualitatively different.

as for the explanatory variables, all correlation coefficients are under 0.3, and all VIFs are under 1.5 generally.⁵

3. Results

The result of the estimation is shown in Table 1.⁶

Table 1 : Decision on the Exit

Dependent Variable: Exit Variable

| Variables | Coefficients (P-value) |
|------------------------------------|------------------------|
| Constant Term | -1.135 (0.028)* |
| Individual Cooperation Rate | 0.513 (0.006)** |
| Group Surrounding Cooperation Rate | -1.442 (0.000)** |
| Other Group's Payoff (Max) | 0.010 (0.327) |
| Other Group's Payoff (Mid) | 0.036 (0.031)* |
| Other Group's Payoff (Min) | -0.026 (0.231) |
| Other Group's Size (Max) | 0.008 (0.793) |
| Other Group's Size (Mid) | 0.028 (0.432) |
| Other Group's Size (Min) | 0.024 (0.571) |
| Dummy for 50 yen moving cost | -0.375 (0.000)** |
| Dummy for 0 yen moving cost | 1.068 (0.000)** |

Probit Estimation

LR test (zero slopes) =266.186 (P-value =0.000**)

N=1425, $R^2=0.183$, Fraction of Correct Prediction =0.734.

* Significant at 5 %, ** Significant at 1%.

From this estimation, we obtain the following results:

[Result 1] There is a positive correlation between the “individual cooperation rate” and the probability for the exit choice.

[Result 2] There is a negative correlation between the “group surrounding cooperation rate” and the probability for the exit choice.

In order to examine the difference between the higher cooperators and the lower cooperators, we arrange in descending order all participants in terms of the “individual cooperation rate,” and divide data into three equal categories. As a result, participants whose “individual cooperation rates” are higher than 0.4 belong to the upper one-third of the data. Participants whose “individual cooperation rates” are lower

⁵ Among the other group payoffs, we found the correlation coefficients are about 0.5, and VIFs are about (but under) 2. However, these variables are control variables that we does not focus on in our analysis.

⁶ We have the similar results in the Logit model.

than 0.2 belong to the lower one-third of the data. We compare upper and lower categories. The LR test for structural changes of all variables indicates that the null hypothesis, under which there is no difference between these two categories, is rejected with a level of 1 % significance.

[Result 3] There are significant differences in the exit decision-making processes between the upper one-third of participants and the lower one-third of participants in terms of the “individual cooperation rate.”

With dummy variables for the lower one-third of the data, we estimate the difference more concretely. The result is shown in Table 2.

Table 2 : Difference between high and low cooperators

| Dependent Variable: Exit Variable | |
|---|------------------------|
| Variables | Coefficients (P-value) |
| Constant Term (CT) | -0.774 (0.386) |
| Individual Cooperation Rate (ICR) | 1.445 (0.009)** |
| Group Surrounding Cooperation Rate (GSCR) | -0.699 (0.035)* |
| Other Group’s Payoff [Max] (OGPMAX) | 0.003 (0.877) |
| Other Group’s Payoff [Mid] (OGPMID) | 0.017 (0.565)* |
| Other Group’s Payoff [Min] (OGPMIN) | -0.018 (0.625) |
| Other Group’s Size [Max] (OGSMAX) | -0.028 (0.558) |
| Other Group’s Size [Mid] (OGSMID) | -0.042 (0.468) |
| Other Group’s Size [Min] (OGSMIN) | -0.018 (0.805) |
| Dummy for 50 yen moving cost (D50) | -0.400 (0.008)** |
| Dummy for 0 yen moving cost (D0) | 0.747 (0.000)** |
| Structural Change Dummy for CT | -0.921 (0.505) |
| Structural Change Dummy for ICR | 0.251 (0.834) |
| Structural Change Dummy for GSCR | -1.958 (0.001)** |
| Structural Change Dummy for OGPMAX | 0.001 (0.958) |
| Structural Change Dummy for OGPMID | 0.008 (0.846) |
| Structural Change Dummy for OGPMIN | -0.002 (0.968) |
| Structural Change Dummy for OGSMAX | 0.117 (0.138) |
| Structural Change Dummy for OGSMID | 0.174 (0.064) |
| Structural Change Dummy for OGSMIN | 0.199 (0.070) |
| Structural Change Dummy for D50 | -0.200 (0.366) |
| Structural Change Dummy for D0 | 0.462 (0.074) |

Probit Estimation

LR test (zero slopes) =184.699 (P-value =0.000**)

N=910, R^2 =0.194, Fraction of Correct Prediction =0.730.

*Significant at 5 %, ** Significant at 1%.

From this estimation, we have the following result:

[Result 4] The structural change dummy for the “group surrounding cooperation rate” has a significant and negative coefficient. In other words, the graph for the participants with low “individual cooperation rates” has a steeper negative slope than that for the participants with a high “individual cooperation rate.”

To see the difference more clearly, we show graphs of the probability for the exit choice. In Figure 5, we substitute the values of the constant term and the “group surrounding cooperation rate” into the estimated cumulative density function.⁷ In Figure 6, in addition to these values, we also substitute the average values of explanatory variables into the estimated cumulative density function.

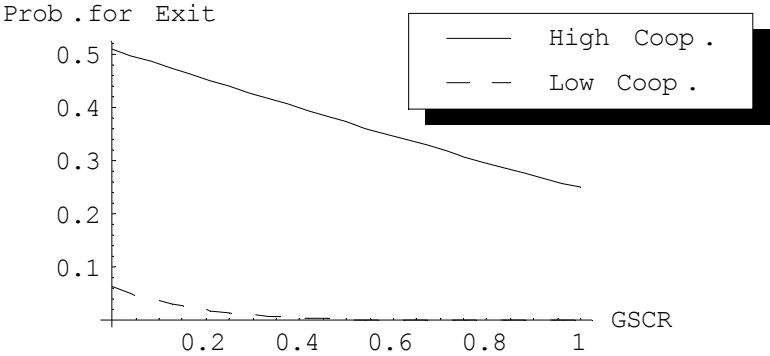


Figure 5: Probability for Exit (only constant term)

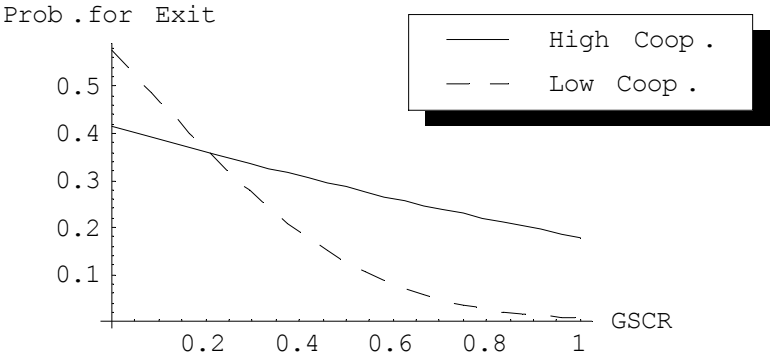


Figure 6: Probability for Exit (all explanatory variables)

4. Conclusion

We investigated factors in the exit decision-making and derived the following conclusions:

First, the surrounding cooperation rate in their group was an important factor for all participants (Result 2). Cooperators have a higher probability for the exit choice (Result 1, Figure 5, Figure 6). One reason for this phenomenon is that cooperators have a very high threshold of the surrounding cooperation

⁷ As we divide the data into two categories, in terms of the “individual cooperation rate,” average values of “individual cooperation rate” in both categories are included in the constant term.

rate in their group, so the cooperators tends to exit from groups in general. In other words, the cooperators ask a high cooperation rate for others as same as themselves, so the cooperator is not satisfied with the middle (or possibly high) cooperation rate. As a result, the cooperators have high probability for the exit choice.

Second, there is a significant difference in the exit behavior of the cooperators and in that of the non-cooperators (Result 3). Non-cooperators are more sensitive to the surrounding cooperation rate in their group (Result 4). One reason for this phenomenon is that non-cooperators attempt free riding. At the low surrounding cooperation rate in their group, they exit to other groups because they cannot enjoy free riding. At the middle or high surrounding cooperation rate, they do not exit to other groups because they enjoy free riding. In other words, for the non-cooperators, the surrounding cooperation rate in their group is the primary factor for the exit decision. This is the reason for this sensitivity.

Finally, we can derive a practical lesson from the above conclusions. Cooperators exit from the groups before the group's cooperation rates do not decrease so much. After the cooperators exit, non-cooperators begin to exit. Therefore, in order to achieve the high cooperation rate, it is important to create a new group and enclose cooperators in early stages.

References

- Bhaskar, V and Fernando Vega-Redondo. 2004. "Migration and the evolution of conventions." *Journal of Economic Behavior & Organization* 55 397-418.
- Dieckmann, Tone. 1999. "The evolution of conventions with mobile players." *Journal of Economic Behavior & Organization* 38 93-111.
- Dawes, Robyn M. 1980. "Social Dilemmas." *Annual Review of Psychology* 31:169-93.
- Ehrhart, Karl-Martin and Claudia Keser. 1999. "Mobility and Cooperation: On the Run." CIRANO Working Papers 99s-24.
- Fujiyama, Hideki, Jun Kobayashi, Yuhsuke Koyama, Hirokuni Oura. 2005. "Performance of the Exit: Micro analyses of a Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility 2." in this volume.
- Kandori, M., Mailath, G., Rob, R.1993. "Learning, mutation, and long-run equilibria in games." *Econometrica* 61 29-56.
- Oechssler, Jorg 1997 "Decentralization and the coordination problem." *Journal of Economic Behavior & Organization* 32 119-135.
- Orbell, John M. and Robyn M. Dawes. 1993. "Social Welfare, Cooperators' Advantage, and the Option of Not Playing the Game." *American Sociological Review* 58, 787-800.
- Young, P. H. 1993. "The evolution of conventions." *Econometrica* 61, 57-84.

Acknowledgement:

Authors thank Authors thank Gary S. Becker, Phillip Bonacich, Vincent Buskens, Toshio Yamagishi, and Kazuo Yamaguchi for their comments. We also thank Hideki Ishihara, Kazuhiro Kagoya, Masayuki Kanai, Hideki Kamiyama, Naoko Taniguchi, Ryuhei Tsuji, Motoko Harihara, and Masayoshi Muto for their support.

Performance of the Exit

—Micro Analyses of a Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility 2—

Hideki Fujiyama, Jun Kobayashi, Yuhsuke Koyama, and Hirokuni Oura
(Dokkyo University) (University of Chicago) (Tokyo Institute of Technology)
(Teikyo University)

Abstract:

We investigate the results of exit choices on three variables: the group surrounding cooperation rate, the individual cooperation rate and the individual payoff. As a result of these exit choices, the participants, on average, succeeded in moving into more cooperative groups. However, the scale of this success was small, and did not dominate the cost of the exit options, 20 yen or 50 yen.

Keywords: exit, result, social dilemma, mobility, experiment.

1. Introduction

Mobility affects the social dilemma both positively and negatively. The cooperation rate in a group depends on whether cooperators can select cooperators from all players, or not.

This selection effect is supported indirectly by an experimental analysis (Orbell and Dawes[1993]) . In their experiment, participants can choose between playing and not playing Prisoner's Dilemma games. If this choice exists, then cooperators tend to play the games, and as a result, cooperators tends to meet with each other.

Fujiyama et al [2005a] shows that there is a significant difference in decision-makings between cooperators and non-cooperators. Cooperators tend to exit more than non-cooperators. On the other hand, non-cooperators are more sensitive to the cooperation rates around them. In addition, Fujiyama et al [2005b] showed that there are significant different intentions of the exit choice between cooperators and non-cooperators. Non-cooperators tried to move into the groups with higher payoffs. On the other hand, there is not such a tendency in cooperators. In order to evaluate these behaviors, it is important to estimate the performance of the exit choice.

We examine the results of the exit on various variables: the group surrounding cooperation rate, the individual cooperation rate, the individual payoff, and the group size.

In Section 2, we outline the data set. Section 3 reports the results and Section 4 concludes the paper.

2. Research design

2.1 The Experiment

This subsection is the same as the subsection 2.1 in Fujiyama et al [2005 a], which is included in this volume. See the corresponding subsection.

2.2 Data and Estimation

Data

A player has nine chances to exit from a group in a session. There are ten sessions in which 17 participants are included. The sample size is 1530(=9 chances \times 17 participants \times 10sessions). We construct an “**exit variable**,” that is, if a participant exits from a group then the value is 1, otherwise, it is 0. This binary variable is a target explanatory variable.

We consider four different models in which dependent variables differ. In the first model, a dependent variable is a “**group surrounding cooperation rate**,” which is a group’s average cooperation rate excluding the concerned participant in that round. For example, there are four participants in a group and the cooperation rate of Participant 1 is 0.4; the cooperation rate of Participant 2 is 0.6; the cooperation rate of Participant 3 is 0.2; and the cooperation rate of Participant 4 is 0.3. For Participant 2, the “group surrounding cooperation rate” is $0.3(=(0.4+0.2+0.3)/3)$. In the second model, a dependent variable is an “**individual cooperation rate in a round**,” which is a cooperation rate of a concerned participant in a round. In the third model, a dependent variable is an “**individual payoff in a round**,” which is the concerned participant’s average payoff per social dilemma game in a round. In the forth model, a dependent variable is the “**group size**” in a round.

In order to control the environment, we consider dummy variables for 50-yen-cost and 0-yen-cost conditions and a trend dummy variables. The trend dummy variable represents a decreasing in cooperation rates that is observed generally.⁸ In addition to these variables, as the payoff function is different; we consider dummy variables for a one-participant group and a two-participant group.

In order to examine the performance of the exit choice, we collect the “exit variable” in a current round and the dependent and control variables in the next round (Figure 1).

⁸ This decline in the cooperation is reported in many experiments (Dawes and Tharler [1988]).

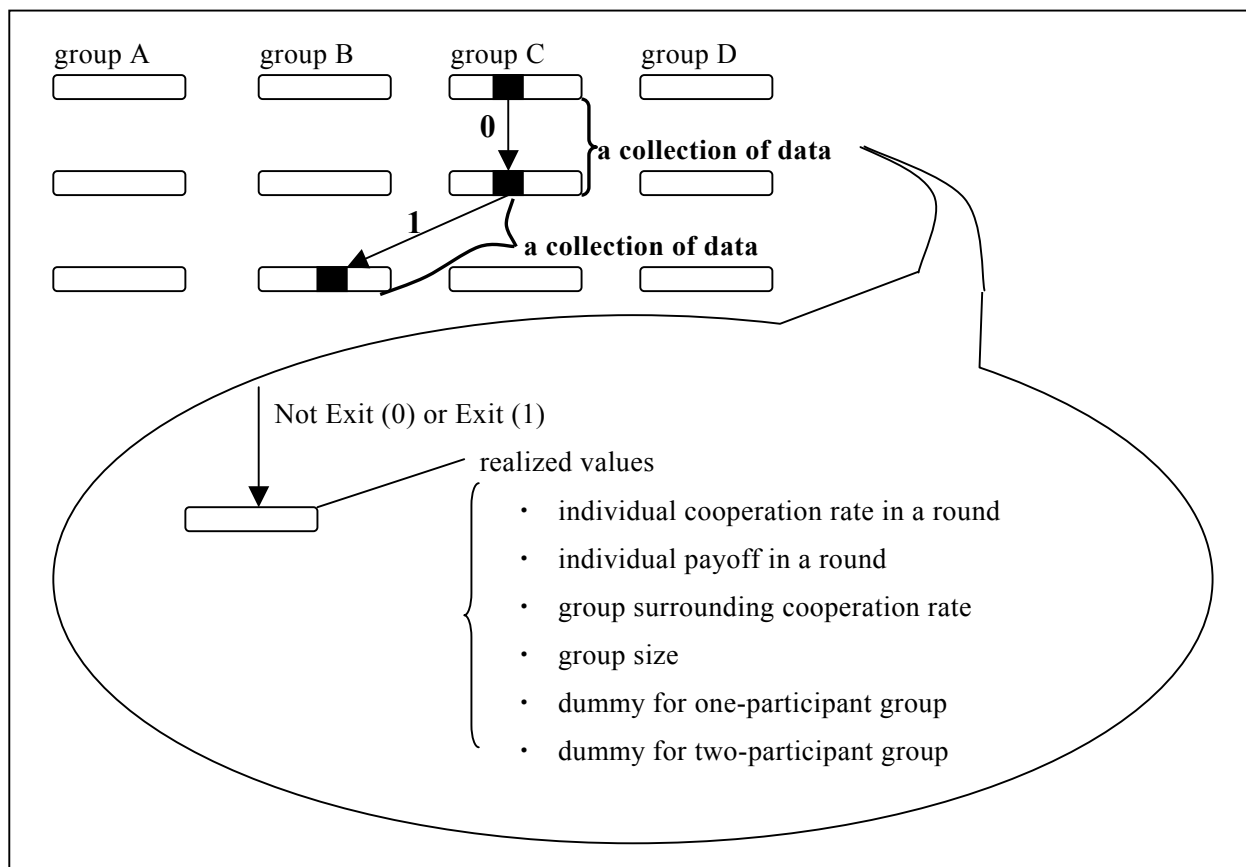


Figure 1: Data

Estimations

We consider four models in which dependent variables differ. In the first model (**Model I**), the “group surrounding cooperation rate” is a dependent variable. In this model, we examine whether the exit made the circumstance better or not. There are seven control variables (the 50-yen-cost dummy, the 0-yen-cost dummy, the trend, the “group size”, the one-participant group dummy, the two-participant group dummy, the “individual cooperation rate in a round”). These control variables are divided into three classes. The 50-yen-cost dummy, the 0-yen-cost dummy and the trend are common in session. The “group size”, the one-participant group and the two-participant group are common in a round and decided before the first stage in a round. The “individual cooperation rate in a round” is decided in a round endogenously.

In the second model (**Model II**), the “individual cooperation rate in a round” is a dependent variable. In this model, we examine whether participants who exit change their cooperative behaviors or not. All control variables are the same as the control variables in the first model except for “individual cooperation rate in a round.” The “group surrounding cooperation rate” is included instead of the “individual cooperation rate in a round.”

In the third model (**Model III**), the “individual payoff in a round” is a dependent variable. In this

model, we examine whether the participants who exit improve their payoff or not. This is a direct estimation on a performance of the exit option. The “individual payoff in a round” is determined by the “individual cooperation rate in a round” and the “group surrounding cooperation rate.” As it is difficult to extract changes that are caused by the exit choice from all changes, we omit these two variables. In addition, we consider an “exit variable” as a proxy variable for these two variables and the coefficient of it as direct and indirect effects of an exit choice. There are six control variables (50-yen-cost dummy, 0-yen-cost dummy, trend, group size, one-participant group dummy, two-participant group dummy). It is important to note that in this analysis the “individual payoff in a round” does not include the moving costs, that is, we use data for the gross payoffs.

In the fourth model (**Model IV**), the “group size” is a dependent variable. In this model, we examine an effect of the exit on the “group size.” The “group size” is an important factor in social dilemma game because it is known that the group size affect the cooperation rates negatively (Olson [1965], Kollock [1998]), and that the cooperators move to the small size group (Ehrhat and Kaser[1999]). As the “group size” is determined before the first stage in a round, we cannot use the control variables that is determine in the round endogenously. Therefore, there are only three control variables (50-yen-cost dummy, 0-yen-cost dummy and trend).

As for explanatory variables, all correlation coefficients are under 0.3 and the VIFs are under 1.5. Therefore, we consider that there is not a serious multicollinearity.

3. Results

In Model I, we examine the effect of the exit on the “group surrounding cooperation rate.” The result of the estimation is shown in Table 1.

Table 1: Effect on the “group surrounding cooperation rate”

| Dependent Variable: Group Surrounding Cooperation Rate | |
|--|------------------------|
| Variables | Coefficients (P-value) |
| Constant Term | 0.405 (0.000)** |
| Exit Variable | 0.028 (0.009)** |
| Individual Cooperation Rate in a Round | 0.242 (0.000)** |
| Group Size | -0.026 (0.000)** |
| Dummy for 50 yen moving cost | -0.007 (0.501) |
| Dummy for 0 yen moving cost | 0.020 (0.140) |
| Trend | -0.007 (0.000)** |
| Dummy for One Participant Group | -0.496 (0.000)** |
| Dummy for Two Participant Group | 0.063 (0.000)** |

OLS estimation

F (zero slopes)=72.22 (P-value =0.000**)

N=1530, adj- R^2 =0.271

* Significant at 5 %, ** Significant at 1 %.

With this estimation, we have a result as follows:

[Result 1] There is a significant positive correlation between the “exit variable” and the “group surrounding cooperation rate.” We have the data for “group surrounding cooperation rate” after the decision making on the exit option (Figure 1), we have the result that there is a positive effect of the “exit” on the “group surrounding cooperation rate.”

As there are interesting results concerning the control variables, we summarize them as follows:

[Result 2] There is a significant positive correlation between the “individual cooperation rate in a round” and the “group surrounding cooperation rate.”

[Result 3] There is a significant negative correlation between the “group size” and the “group surrounding cooperation rate.” The group size is determined before the “surrounding cooperation rate” is determined, we have the result that there is a negative effect of the “group size” on the “surrounding cooperation rate.”

In Model II, we examine the effect of the exit on the “individual cooperation rate in a round.” The result of the estimation is shown in Table 2.

Table 2: Effect on the “individual cooperation rate in a round”

Dependent Variable: Individual cooperation rate in a round

| Variables | Coefficients (P-value) |
|------------------------------------|------------------------|
| Constant Term | 0.269 (0.000)** |
| Exit Variable | 0.022 (0.151) |
| Group Surrounding Cooperation Rate | 0.497 (0.000)** |
| Group Size | -0.017 (0.000)** |
| Dummy for 50 yen moving cost | -0.006 (0.661) |
| Dummy for 0 yen moving cost | 0.013 (0.502) |
| Trend | -0.047 (0.078) |
| Dummy for One Participant Group | 0.319 (0.000)** |
| Dummy for Two Participant Group | 0.041 (0.217) |

OLS estimation

F (zero slopes)=46.98 (P-value =0.000**)

N=1530, adj- R^2 =0.198

* Significant at 5 %, ** Significant at 1 %.

With this estimation, we have a result as follows:

[Result 4] There is **not** a significant correlation between the “exit variable” and the “individual cooperation rate in a round.”

As there are interesting results concerning the control variables, we summarize them as follows:

[Result 5] There is a significant positive correlation between the “individual cooperation rate in a round” and the “individual cooperation rate in a round.”

[Result 6] There is a significant negative correlation between the ”group size” and the “individual cooperation rate in a round.” The group size is determined before the “individual cooperation rate in a round” is determined, we have the result that there is a negative effect of the “group size” on “individual cooperation rate in a round.”

In Model III, we examine the direct and indirect effects of the exit on the “individual cooperation rate in a round” omitting the variables the “group surrounding cooperation rate” and the “individual cooperation rate in a round.” The result of the estimation is shown in Table 3.

Table 3: Effect on the “individual payoff in a round”

| Dependent Variable: Individual Payoff in a Round | |
|--|------------------------|
| Variables | Coefficients (P-value) |
| Constant Term | 30.70 (0.000)** |
| Exit Variable | 0.773 (0.018)* |
| Group Size | -0.704 (0.000)** |
| Dummy for 50 yen moving cost | -0.233 (0.464) |
| Dummy for 0 yen moving cost | 0.458 (0.263) |
| Trend | -0.188 (0.001)** |
| Dummy for One Participant Group | -9.514 (0.000)** |
| Dummy for Two Participant Group | -3.541 (0.000)** |

OLS estimation

F (zero slopes)=17.05 (P-value =0.000**)

N=1530, adj- R^2 =0.068

* Significant at 5 %, ** Significant at 1 %.

With this estimation, we have a result as follows:

[Result 7] There is a significant positive correlation between the “exit variable” and the “individual payoff in a round.” We have the data for “individual payoff in a round” after the decision making on the exit option (Figure 1), we have the result that there is a positive effect of the “exit” on the “individual payoff in a round.”

As there are interesting results concerning the control variables, we summarize them as follows:

[Result 8] There is a significant negative correlation between the "group size" and the "individual payoff in a round." The group size is determined before the "individual payoff in a round" is determined, we have the result that there is a negative effect of the "group size" on the "individual payoff in a round."

In Model IV, we examine the effect of the exit on the "group size." The result of the estimation is shown in Table 4.

Table 4: Effect on the "group size"

Dependent Variable: Group Size

| Variables | Coefficients (P-value) |
|------------------------------|------------------------|
| Constant Term | 5.500 (0.000)** |
| Exit Variable | -0.058 (0.620) |
| Dummy for 50 yen moving cost | -0.042 (0.711) |
| Dummy for 0 yen moving cost | 0.671 (0.000)** |
| Trend | -0.068 (0.001)** |

OLS estimation

F (zero slopes)=9.898 (P-value =0.000**)

N=1530, adj- R^2 =0.022

* Significant at 5 %, ** Significant at 1 %.

With this estimation, we have a result as follows:

[Result 9] There is **not** a significant correlation between the "exit variable" and the "group size."

4. Conclusion

We investigate the effect of the exit on various variables: the group surrounding cooperation rate, the individual cooperation rate, the individual payoff, and the group size. We derive several conclusions.

Firstly, the participants succeeded in moving to the more cooperative groups (Result 1). Though the exit itself does not affect the participants' cooperative behaviors (Result 4), the individual cooperation rates and the group surrounding cooperation affected each other positively (Result 2, 5). We can conclude that the exit option made the group more cooperative. This positive effect is detected in terms of the payoffs (Result 7). In other words, the positive effect of the exit choice dominates the negative effect of the exiting in the experimental data. However, the gain of the exit is 0.77 yen per exiting. As it is below the costs of the exit, 20 yen or 50 yen, the net gain from the exit choice is negative values.

Secondly, we confirm the negative effect of the group size on the cooperation rate, that is, if the group size grows, the rate of cooperation decreases (Result 3, 6). These results are consistent with the results in Kobayashi et al [2005] included in this volume and former works (Kollock [1998], Ehrhart and

Keser [1999]). However, we do not find the effect of the exit choice on the group size. One of the reasons is that there are a few explanatory variables.

References

- Dawes, Robyn M, Richard H. Thaler 1988. "Anomalies: Cooperation" *Journal of Economic Perspectives* 2 187-197.
- Ehrhart, Karl-Martin and Claudia Keser. 1999. "Mobility and Cooperation: On the Run." CIRANO Working Papers 99s-24.
- Fujiyama, Hideki, Jun Kobayashi, Yuhsuke Koyama, Hirokuni Oura. 2005a. "Decisions on the Exit: Micro analyses of a Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility 1." in this volume.
- Fujiyama, Hideki, Jun Kobayashi, Yuhsuke Koyama, Hirokuni Oura. 2005b. "Intentions in the Exit: Micro analyses of a Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility 3." in this volume.
- Kobayashi, Jun, Yuhsuke Koyama, Hideki Fujiyama, Hirokuni Oura, 2005 "Rise and Fall of Cooperation: Macro analyses of a Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility." in this volume.
- Kollock, Peter. 1998. "Social Dilemmas: The Anatomy of Cooperation. *Annual Review of Sociology* 24:183-214.
- Olson, Mancur. 1965. *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*. Harvard University Press.
- Orbell, John M. and Robyn M. Dawes. 1993. "Social Welfare, Cooperators' Advantage, and the Option of Not Playing the Game." *American Sociological Review* 58, 787-800.

Acknowledgement:

Authors thank Hideki Ishihara, Kazuhiro Kagoya, Masayuki Kanai, Hideki Kamiyama, Naoko Taniguchi, Ryuhei Tsuji, Motoko Harihara, and Masayoshi Muto for their comments and support.

Intentions in the Exit

—Micro Analyses of a Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility 3—

Hideki Fujiyama, Jun Kobayashi, Yuhsuke Koyama, and Hirokuni Oura
(Dokkyo University) (University of Chicago) (Tokyo Institute of Technology)
(Teikyo University)

Abstract:

We investigate the intentions of exit choices in terms of predicted payoffs and predicted group sizes. As for the predicted payoffs, non-cooperators usually try to move into groups with higher predicted payoffs. As for the predicted group sizes, non-cooperators usually try to move into larger groups. Cooperators, on the other hand, generally try to move into smaller groups. These facts are consistent with the interpretation that non-cooperators try to enjoy free riding and cooperators try to escape from free riding.

Keywords exit, intention, social dilemma, mobility, experiment.

1. Introduction

Cooperators tend to exit from groups more than non-cooperators, on the other hand, non-cooperators are more sensitive to the cooperation around them (Fujiyama et al [2005]). One reason for these facts is that the cooperators escape from free riders and create a new desirable groups, on the other hand, the non-cooperators move to enjoy free riding (Fujiyama et al [2005] and Erhart and Keser [1999]).

These results show the different exit behaviors between in the cooperators and in the non-cooperators. However, it is important to note that, as there are many factors in the experiment, there is a possibility that the intention of the participants is not clear in usual estimations. In addition, in order to construct the institutions to promote cooperation in a group, it is a critical factor to note the different intentions on the exit choices between in the cooperators and in the non-cooperators. Therefore, we compare the data for the group to which participants moved actually with the data for the group to which participants can move to potentially. With this comparison, we investigate the intentions on the exit choices.

In Section 2, we outline the data set. Section 3 reports the result and Section 4 concludes the paper.

2. Research design

2.1 The Experiment

This subsection is the same as the subsection 2.1 in Fujiyama et al [2005], which is included in this volume. See the corresponding subsection.

2.2 Data and Estimation

Data

There are ten rounds in a session in which 17 participants are included. In each round, there are three groups for which a participant can exit choice.⁹ The sample size is 5100 (= 3 groups × 10 rounds × 17 participants × 10 sessions). There are data for an average payoff and a size for each group. This realized values in a current round are information that is used for the decision on the exit. As it is difficult to predict the average payoffs and the sizes of other groups in the next round, we assume that the participants simply consider that realized values in a current round affect the payoff in the next round significantly, that is, these data in the current round is interpreted as simple predicted values for each group in the next round. These simple “**predicted value (payoff or group size)**” are dependent variables.

We construct an “**exit dummy variable**”, that is, if the group in the current round is the group to which the player moves actually in the exit option in the current round, then the value is 1, otherwise, it is 0. Using this dummy variable, we divide all data into two categories. In the first category, the values of the “exit dummy variables” are 0. In other words, the data in this category is the data for the group to which participants can move potentially. If players select the group randomly in the exit choice, characters of groups in this category were realized¹⁰. We use the results in this first category as criteria to compare. In the second category, the values of the “exit dummy variables” are 1. The data in this category is the data for the group to which participants moved actually. This date include the intention in the exit option because (1) this data is information that is used for the decision-making and (2) actually, the participant moved to the group in this category. If there are some different results between in the first category and in the second category, the intention of the exit choice is included.

An explanatory variable is an “**individual cooperation rate**,” which is a cooperation rate of a concerned participant in all 50 decisions. We make a comment on causality. As the “simple predicted values” are values in groups to which the concerned player does not belong, there is no direct causality from the “simple predicted values” to the “individual cooperation rate,” that is, there is no reverse causality.

The way to collect data is summarized in Figure 1.

⁹ In the last round, players cannot exit. However, data of the last round also have information for the criterion with which we judge the bias of the result in the group to which the players move actually. Therefore we use the data for the last round.

¹⁰ Of course, in exact analysis for random choices, we have to include the data in second category. However, the total number of data in the first category is much larger than that in the second category. Therefore, the difference is very small.

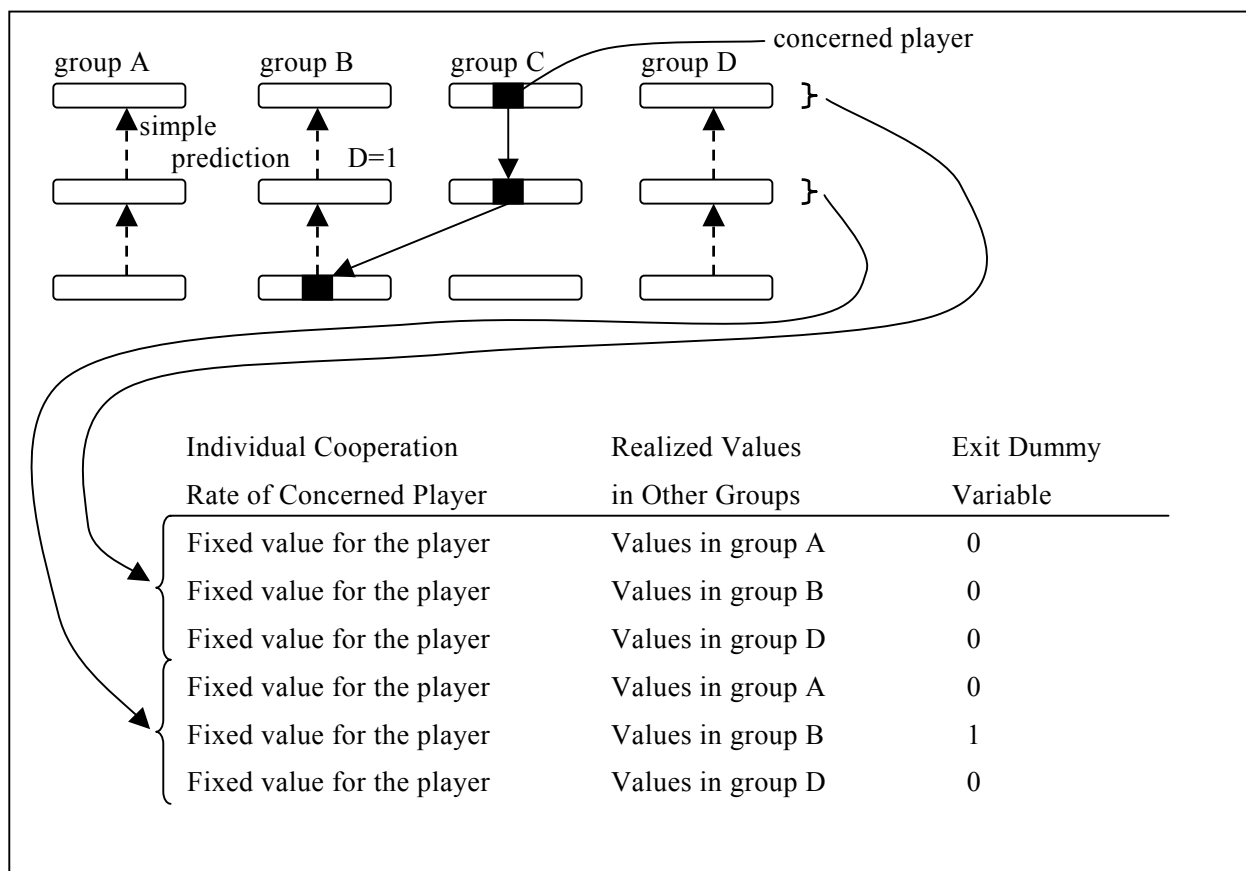


Figure 1: data set

Estimations

We consider two models in which dependent variables differ. In the first model (**Model I**), the “simple predicted payoff” is a dependent variable. In the second model (**Model II**), the “simple predicted group size” is a dependent variable. In both models, the “individual cooperation rate” is an explanatory variable. Using the “exit dummy variable,” we examine the changes of constant term and coefficient of the “individual cooperation rate. In order to control the environment, we consider dummy variables for 50-yen-cost and 0-yen-cost conditions and seven dummy variables for sessions.¹¹

3. Results

In Model I, we examine the difference in the “predicted payoffs” among players with various “individual cooperation rates.”

First, we confirm the significant difference between the “predicted payoffs” in the first category in which there are groups to which participants could move potentially and those in the second category in

¹¹ With these 9 dummy variables, we can classify effects of each session completely.

which there are groups to which participants moved actually. Concerning the constant term and the coefficient of the “individual cooperation rates,” we have the significant difference between in the first category and in the second category with a level of 1 % significance.¹²

Second, we estimate parameters in Model I. The result is shown in Table 1.

Table 1: Predicted payoffs

Dependent Variable: Predicted Payoffs (PP)

| Variables | Coefficient (P-value) |
|---|-----------------------|
| Constant Term | 25.70 (0.000)** |
| Exit Dummy for Constant Term | 3.463 (0.000)** |
| Individual Cooperation Rate (ICR) | -1.284 (0.000)** |
| Exit Dummy for the coefficient of ICR | -4.400 (0.000)** |
| Dummy for 0 yen moving cost | -0.476 (0.076) |
| Dummy for 50 yen moving cost | 1.223 (0.000)** |
| Dummy for session 1 with 50 yen moving cost | -0.626 (0.019)* |
| Dummy for session 2 with 20 yen moving cost | 0.585 (0.029)* |
| Dummy for session 3 with 0 yen moving cost | 1.615 (0.000)** |
| Dummy for session 4 with 50 yen moving cost | -1.106 (0.000)** |
| Dummy for session 5 with 50 yen moving cost | -2.114 (0.000)** |
| Dummy for session 6 with 20 yen moving cost | -0.447 (0.095) |
| Dummy for session 7 with 20 yen moving cost | 2.444 (0.000)** |

OLS estimation

F(zero slopes) =29.465 (P-value =0.000**)

N=5100, adj- R^2 =0.062

* Significant at 5%, ** Significant at 1%

With this estimation, we have results as follows:

[Result 1] The “exit dummy variable” for the constant term is significant and positive.

[Result 2] The coefficient of the “exit dummy variable” for the “individual cooperation rate” is significant and negative.

In Model II, we examine the difference in the “predicted group size ” among players with various “individual cooperation rates.”

First, we confirm the significant difference between the “predicted group size” in the first category and those in the second category. Concerning the constant term and the coefficient of the “individual cooperation rates,” we have the significant difference between in the first category and in the second category with a level of 1 % significance.¹³

¹² Using the F test, the test statistic is 57.86 and the P-value is 0.000.

¹³ Using the F test, the test statistic is 7.818 and the P-value is 0.000.

Second, we estimate parameters in Model II. The result is shown in Table 2.

Table 2: Predicted group sizes

Dependent Variable: Predicted Group Sizes (PGS)

| Variables | Coefficient (P-value) |
|---|-----------------------|
| Constant Term | 3.789 (0.000)** |
| Exit Dummy for Constant Term | 0.525 (0.002)** |
| Individual Cooperation Rate (ICR) | 0.454 (0.001)** |
| Exit Dummy for the coefficient of ICR | -1.645 (0.000)** |
| Dummy for 0 yen moving cost | -0.003 (0.977) |
| Dummy for 50 yen moving cost | 0.152 (0.195) |
| Dummy for session 1 with 50 yen moving cost | -0.362 (0.002)** |
| Dummy for session 2 with 20 yen moving cost | 0.137 (0.241) |
| Dummy for session 3 with 0 yen moving cost | -0.303 (0.011)* |
| Dummy for session 4 with 50 yen moving cost | 0.041 (0.726) |
| Dummy for session 5 with 50 yen moving cost | -0.031 (0.791)** |
| Dummy for session 6 with 20 yen moving cost | -0.033 (0.778) |
| Dummy for session 7 with 20 yen moving cost | 0.027 (0.812) |

OLS estimation

F(zero slopes) = 4.137 (P-value =0.000**)

N=5100, adj- R^2 =0.007

* Significant at 5%, ** Significant at 1%

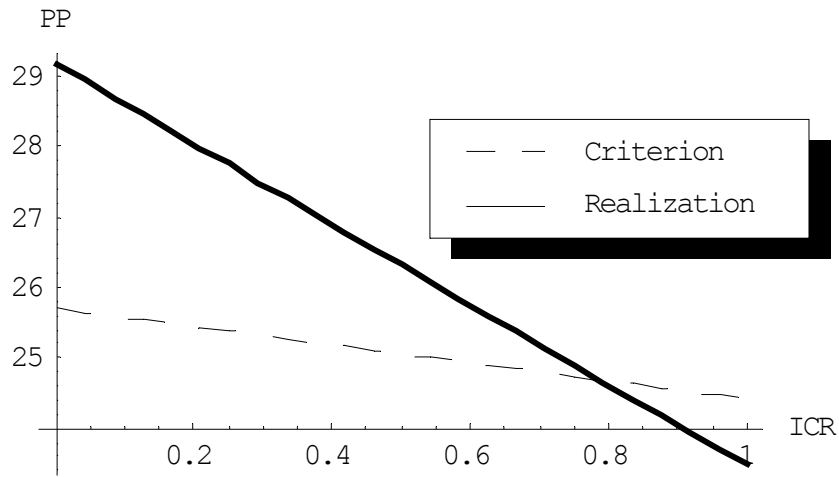
With this estimation, we have results as follows:

[Result 3] The “exit dummy variable” for the constant term is significant and positive.

[Result 4] The coefficient of “exit dummy variable” for the “individual cooperation rate” is significant and negative. On the other hand, the coefficient of the “individual cooperation rate” is significant and positive.

To see the difference more clearly, we draw graphs of the estimated functions in Model I and Model II (Figure 2, 3).¹⁴

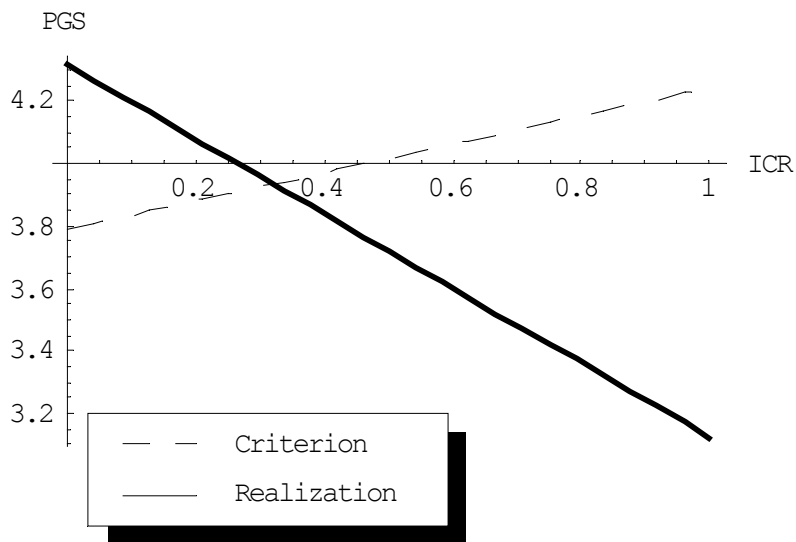
¹⁴ In the graphs, we omit the common control variables, that is, we consider only the constant term, the “individual cooperation rate” and the corresponding dummy variables.



PP: Predicted Payoffs, ICR: Individual Cooperation Rate
 Criterion: The line that is realized if the participants exit randomly.
 Realization: The line that is realized with an actual exiting.

Figure 2: Predicted payoffs and Individual cooperation rate

The lower the participants have the “individual cooperation rates,” the higher group they try to move into. At the highest “individual cooperation rate,” that is, it is near 1, the participants try to move into the group with the lower payoff than the average “predicted payoffs” that would be realized with the random exits.



PGS: Predicted Group Sizes, ICR: Individual Cooperation Rate
 Criterion: The line that is realized if the participants exit randomly.
 Realization: The line that is realized with an actual exiting.

Figure 3: Predicted group sizes and Individual cooperation rate

The participants with the lower “individual cooperation rate” moves into the group whose size is larger

than the average size of groups that would be realized with the random exits. On the other hand, the participants with the higher “individual cooperation rate” moves into the group whose size is smaller than the average size of groups that would be realized with the random exits.

4. Conclusion

We investigate the intensions of the exit choices in terms of the predicted payoffs and the predicted group sizes.

As for the predicted payoffs, the non-cooperators try to move into the groups with higher predicted payoffs (Result 1, 2 and Figure 2). This is consistent with the results of Fujiyama et al [2005], that is, the non-cooperators is sensitive to the cooperation rate around them and move to enjoy free-riding. On the other hand, for cooperators, there is not a clear intention to the move into the group with the higher payoff (Result 1, 2 and Figure 2).

As for the predicted group sizes, the non-cooperators try to move into the larger groups (Result 3, 4 and Figure 3). As the group size affects the cooperation rate negatively (Kobayashi et al [2005]), the larger group is not desirable for free riding. However, in a larger group, the free riding is not standing out than in a small group. This is one reason for this tendency.

The cooperators try to move into the smaller groups (Result 3, 4 and Figure 3). This is consistent with result in Ehrhart and Keser[1999], that is, the cooperator tends to move into the smaller groups. In addition, Ehrhart and Keser[1999] concludes that the cooperator escape from free riders and create new groups. Though, in our experimental design, the number of groups is fixed and there is no choice to create new groups,¹⁵ one reason for moving into smaller groups in our experiment is the same as the Ehrhart and Keser[1999]’s conclusion. From this viewpoint, we can understand why the cooperators moved to the groups with lower payoffs, that is, the cooperators consider that free riders exit from the group with the lower payoff and that if they, the cooperators, move into the group with the lower payoff, then they can escape from the free riders.

As for future topics, there are low values of the R-squared, especially in the Model II. As there are various intentions in the exit choice, we have to add some explanatory variables.

References

- Ehrhart, Karl-Martin and Claudia Keser. 1999. “Mobility and Cooperation: On the Run.” CIRANO Working Papers 99s-24.
- Fujiyama, Hideki, Jun Kobayashi, Yuhsuke Koyama, Hirokuni Oura. 2005. “Decision on the Exit: Micro analyses of a Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility 1.” in this volume.

¹⁵ Within four groups, an empty group can exist. If there is an empty group, any participants can move into the empty group.

Acknowledgement:

Authors thank Hideki Ishihara, Kazuhiro Kagoya, Masayuki Kanai, Hideki Kamiyama, Naoko Taniguchi, Ryuhei Tsuji, Motoko Harihara, and Masayoshi Muto for their comments and support.

Decisions on Cooperation

—Micro Analyses of a Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility 4—

Hideki Fujiyama
(Dokkyo University)

Abstract:

We estimate individual participant's behavior patterns using experimental data from "repeated social dilemma games." Various cooperation behaviors are studied in theoretical analysis. The purpose of this paper is to provide empirical facts for the analysis. The results are as follows: The cooperation behaviors are classified into six categories. Especially, we found both the "conditional cooperators" who cooperate with others if others also cooperate with them and the "empirical players" who choose their actions based on their past actions. These behaviors are most apparent in the social dilemma game with a restricted exit options.

Keywords: cooperation, decision-making, social dilemma, mobility, experiment.

1. Introduction

In the evolutionary game theory, there are various behavior patterns at the individual level. However, we have not much information for the actual behaviors of individuals in social dilemma games, though there are some works to investigate the behaviors (Camerer [2003]). It is important, for the further analysis to tackle the "social dilemma" problems especially in designing institutions, to gather facts concerning the actual behaviors instead of the theoretical ones.

In the "social dilemma" games, Perez-Marti and Tomas [2004] tests the three different behavior patterns: the standard Bayesian model, the Regret model in which the payoff differences between contributing and not contributing is taken account for, and Warm-grow model in which the satisfaction that comes from contribution is taken account for. Under the analysis in Perez-Marti and Tomas [2004], there is an implicit assumption that all participants in the experiment use the same behavior pattern. However, this assumption is not consistent the assumption of evolutionary game theory in which there are many different behaviors simultaneously. In addition, it is natural that we behave differently in a real life. Fischbacher et al [2001] estimates different behavior patterns by the individual. In 44 participants, there are four different behavior patterns: "Conditional cooperators" who, roughly speaking, are want to contribute if others also want to contribute. "Free riders" who are do not contribute at all, "Hump shaped contributors" who, roughly speaking, is "conditional cooperators" at the low contributing level, but reduce their contribution beyond the some contributing level, and "Other patterns." In their woks, there is no repetition of games and the participants describe only behavior schedules. It is important to note that, in

principle, describing the schedule in mind and using the schedule repeatedly in actual games are different things. As there is no guarantee for using the schedule, information based on actual data is more important.

The distinguish feature of this paper is as follows: we estimate the behavior patterns by the actual data in “repeated social dilemma games.” In addition to this, we examine the effect of mobility on the behavior patterns, too.

In Section 2, we outline the data set. Section 3 reports the results and concludes the paper.

2. Research design

2.1 The Experiment

This subsection is the same as the subsection 2.1 in Fujiyama et al [2005], which is included in this volume. See the corresponding subsection.

2.2 Estimation

Data

As there are ten rounds in which there are 5 stages, each participant has 50 decision-makings on “cooperation” (voluntary contribution to the group), or not. We construct a “**variable on cooperation**,” that is, if a participant chooses the option of cooperation then the value is 1, otherwise, it is 0. This binary variable is a dependent variable.

As for target explanatory variables, we consider two variables. First, we consider a “**group surrounding cooperation rate**, ” which is a group’s average cooperation rate excluding the concerned participant in that round. For example, there are four participants in a group and the cooperation rate of Participant 1 is 0.4; the cooperation rate of Participant 2 is 0.6; the cooperation rate of Participant 3 is 0.2; and the cooperation rate of Participant 4 is 0.3. For Participant 2, the “group surrounding cooperation rate” is 0.3 $(=(0.4+0.2+0.3)/3)$. Second, we consider a “**previous action**, ” which is a choice that the concerned participant took actually in the previous stage, that is, “*Action₋₁*” in the notation of the regression model.

There are two control variables. First, we consider the “group size, ” which is the total number of participants in a group in the current round.¹⁶ Second, we consider a dummy variable for the first stage,

¹⁶ The “group size” is determined at the beginning of the round, and all participants know this information in the first stage in a round. Therefore, we use the “group size” in current round not in the previous round.

as there is a tendency of a high cooperation rate.¹⁷

As for the multicollinearity, we examine the stability of estimated parameters. In order to examine the stability, we add the lagged variables for the action to the estimation model, that is, we sequentially add the second lagged value for the action, “*Action₋₂*”, the third lagged value for the action, “*Action₋₃*” and so on. We add the sixth lagged variables in the maximal cases.¹⁸ We judge that the estimated parameters are stable, if there are no qualitative differences in at least three different regression models. In addition, we have the correlation coefficients among the explanatory variables and find that all values are less than 0.5 except for several cases. In all exceptional cases, the values are about 0.6. We have the VIFs and find that all values are less than 1.6 except for several cases. In all exceptional cases, the values are about 2. In all exceptional cases, the “stability criterion” mentioned above is satisfied.

The significance levels for the LR-test (zero slope) and *t*-test are 5 %. As the dependent variable (the “variable on cooperation”) is binary data, we use Probit and Logit models to estimate parameters.

Classes

We consider six classes for the behavior patterns of participants: (1) If a coefficient of the “group surrounding cooperation rate” is positive and significant, then we call the participant a “**conditional cooperator**.” (2) If a coefficient of the “previous action” is significant and positive, then we call the participant an “**empirical player**.”¹⁹ (3) If a coefficient of the “previous action” is significant and negative, then we call the participant a “**try and error player**.” (4) If a participant chooses the choice of cooperation more than 41 times, then we call the participant a “**cooperator**.” (5) If a participant chooses the choice of non-cooperation more than 41 times, then we call the participant a “**non-cooperator**.”²⁰ (6) If the behavior of the participant is not included in all classes mentioned above, then we call the participant “**others**.”

¹⁷ As the mean mobility rate is about 0.33, that is, the ratio of new members is low in the first stage in a new round, we assume that the “group surrounding cooperation rate” in the last stage in the previous round is relevant information for the cooperation decision making in the first stage in the new current round. There is another assumption that the cooperation decision-makings in the first stage in a round is qualitatively different from those in other stages. Given this assumption, we should omit the data in the first stage. This is a future topic for our analysis.

¹⁸ We use the higher lagged variables, *Action₋₂*, ..., *Action₋₆*, only for judging the stability. As for the target explanatory variable, we examine the significance for the *Action₋₁* only. The reason is that (1) it is difficult to interpret the higher significant lagged variables, especially in the case that the *Action₋₁* is not significant but the other higher lagged variables are significant, and (2) classifying 234 estimations into some categories needs a simplification for procedures.

¹⁹ There is a certain reinforcement learning process implicitly behind this behavior.

²⁰ In Ehrhart and Keser [1999], if a participant chooses the choice of cooperation (or non-cooperation) more than half, they call the participant a “cooperator (or non-cooperator).” Therefore, our criterion is a stricter criterion than the Ehrhart and Keser [1999]’s criterion.

3. Results and Conclusion

The results of the estimations are summarized in Figure 1. All results are in the Appendix.

We find the various significant cooperation behaviors. The group surrounding cooperation rates and the previous action are important factors.

Comparing Fischbacher et al [2001], the percentage of “free riding” is very close, as the percentage is 29.5 % in Fischbacher et al [2001], on the other hand, that in our analysis is 28.2%.²¹ The percentage of “conditional cooperation” is different, as the percentage is 50.0 % in Fischbacher et al [2001], on the other hand, that in our analysis is about 11.9%.²² The reason for this is as follows: As, in Fischbacher et al [2001], the game is played once, and only the “contribution schedules” are submitted, on the other hand, in our analysis, the game is repeated and the behavior patterns is estimated by the actual actions, the behavior patterns tends to simplified in Fischbacher et al [2001] than in our analysis.

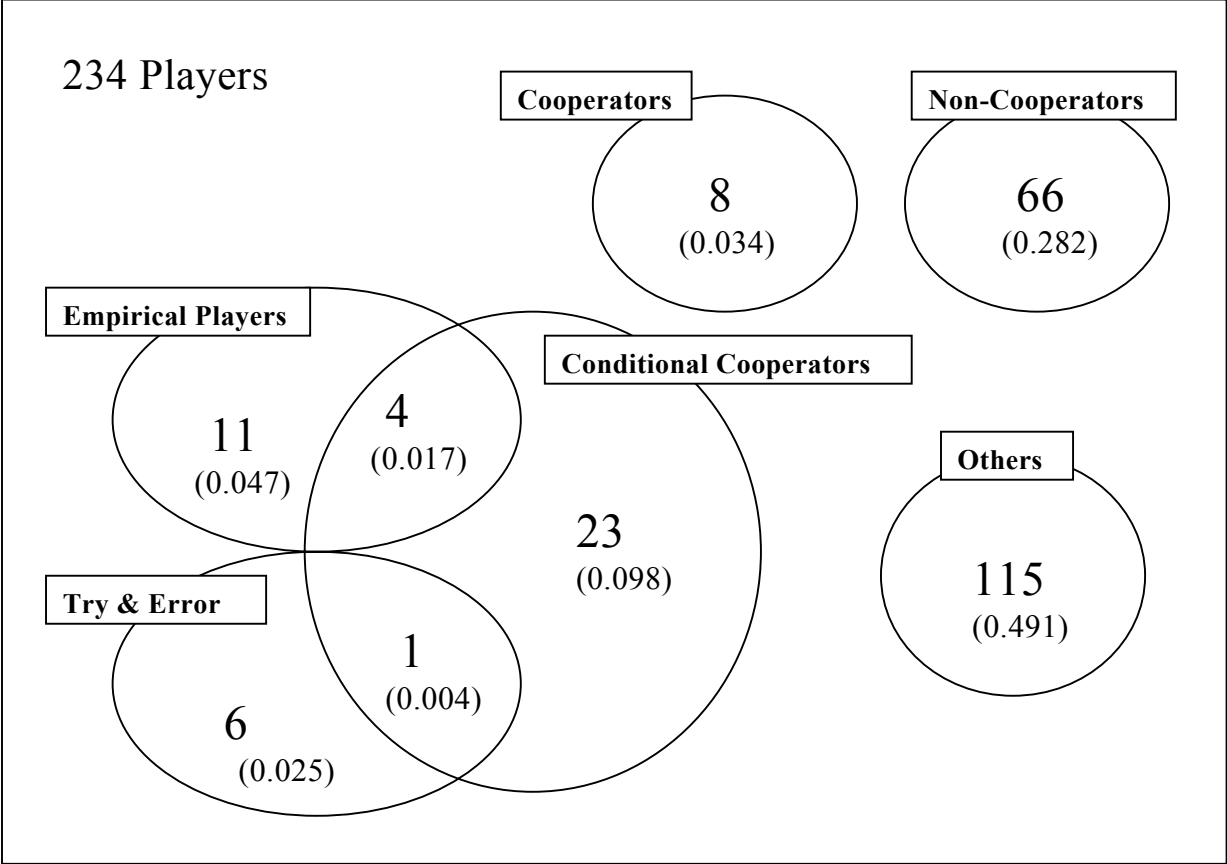
In Appendix, the significant behaviors become obvious in the 20-yen-cost “Session 7” in which there are 10 “conditional cooperators” and 3 “empirical players” and the 50-yen-cost “Session 2” in which there are 5 “conditional cooperators” and one “empirical player.” In addition to this, the “conditional cooperators” and “empirical players” become obvious in the 50-yen-cost and 20-yen-cost condition than in the no-mobility and 0-yen-cost condition, that is, 22.7 % of the participants are the “conditional cooperators” or the “empirical players” in the 50-yen-cost and 20-yen-cost condition, on the other hand, 8.1 % in the no-mobility and 0-yen-cost condition.

One reason for this is as follows: As there is a high mean mobility rate (67.3 %) in 0-yen-cost condition, the participants feel that the game is played with all 17 participants within one group as same as the case in the no-mobility conditions in which the group is fixed. In other words, the effect of selecting the members decreases in 0-yen-cost condition, and the situation become similar to that in the no-mobility condition. This ineffectiveness of the selecting members diminishes the incentive for using strategic behaviors.

It is a future topic to investigate the condition under which the desirable behavior patterns are realized and high cooperation rate is attained.

²¹ In Fischbacher et al [2001], the participants are asked to “*indicate for each average contribution level of other group members how much they want to contribute to the public good.*” The behaviors are classified depending on this contribution schedule. If the participants submitted a contribution schedule that contained ‘0’ for every average contribution level of other group members, they are called “free riders.”

²² In Fischbacher et al [2001], if there is significant and positive Spearman rank correlation coefficient between “average contribution level of other group” and own contribution in the “contribution schedule,” the participant is called a “conditional cooperator.”



(Percentage in Parentheses)

Figure 1: Classification

Appendix

50-Yen-Costs Sessions:

CC: Conditional Cooperators EP: Empirical Players
 NC: Non-Cooperators Co : Cooperators

| Session 1 | CC | EP | T&E | NC | Co | Oths |
|-----------|----|----|-----|----|----|------|
| player 1 | | | | 1 | | |
| player 2 | | | | | | 1 |
| player 3 | | | | | | 1 |
| player 4 | | | | | | 1 |
| player 5 | | | | | | 1 |
| player 6 | | | | | | 1 |
| player 7 | | | | | | 1 |
| player 8 | | | | 1 | | |
| player 9 | | | | | | 1 |
| player 10 | | | | | | 1 |
| player 11 | | | | | | 1 |
| player 12 | 1 | | | | | |
| player 13 | | | | 1 | | |
| player 14 | | | | 1 | | |
| player 15 | | | | | | 1 |
| player 16 | | | | | | 1 |
| player 17 | | | | | | 1 |
| sum. | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 12 |

T&E: Try and Error
 Oths : Others

| Session 2 | CC | EP | T&E | NC | Co | Oths |
|-----------|----|----|-----|----|----|------|
| player 1 | | | | | | 1 |
| player 2 | 1 | | | | | |
| player 3 | | 1 | | | | |
| player 4 | | | | | | 1 |
| player 5 | | | | 1 | | |
| player 6 | 1 | | | | | |
| player 7 | 1 | | | | | |
| player 8 | | | | | | 1 |
| player 9 | | | | | | 1 |
| player 10 | | | | 1 | | |
| player 11 | | | | | | 1 |
| player 12 | 1 | | | | | |
| player 13 | | | | | | 1 |
| player 14 | | | | | | 1 |
| player 15 | | | | 1 | | |
| player 16 | 1 | | | | | |
| player 17 | | | | | | 1 |
| sum. | 5 | 1 | 0 | 3 | 0 | 8 |

| Session 3 | CC | EP | T&E | NC | Co | Oths |
|-----------|----|----|-----|----|----|------|
| player 1 | | 1 | | | | |
| player 2 | | | | | | 1 |
| player 3 | | | | 1 | | |
| player 4 | | | | 1 | | |
| player 5 | | | | | | 1 |
| player 6 | | | | | | 1 |
| player 7 | | | | 1 | | |
| player 8 | | | | 1 | | |
| player 9 | | | | 1 | | |
| player 10 | | | | | | 1 |
| player 11 | | | | 1 | | |
| player 12 | | | | 1 | | |
| player 13 | | | | 1 | | |
| player 14 | | | | 1 | | |
| player 15 | | 1 | | | | |
| player 16 | | | | | | 1 |
| player 17 | | | | | | 1 |
| sum. | 0 | 2 | 0 | 9 | 0 | 6 |

| Session 4 | CC | EP | T&E | NC | Co | Oths |
|-----------|----|----|-----|----|----|------|
| player 1 | | | | 1 | | |
| player 2 | | 1 | | | | |
| player 3 | | | | | | 1 |
| player 4 | | 1 | | | | |
| player 5 | | | | | | 1 |
| player 6 | | | | | | 1 |
| player 7 | | | | | | 1 |
| player 8 | | | | | | 1 |
| player 9 | | | | 1 | | |
| player 10 | | | | 1 | | |
| player 11 | | | | 1 | | |
| player 12 | | | | | | 1 |
| player 13 | | | | | | 1 |
| player 14 | | | | 1 | | |
| player 15 | | | | | | 1 |
| player 16 | | | | 1 | | |
| player 17 | | | | | | 1 |
| sum. | 0 | 2 | 0 | 6 | 0 | 9 |

20-Yen-Costs Sessions:

CC: Conditional Cooperators EP: Empirical Players

NC: Non-Cooperators Co : Cooperators

| Session 5 | CC | EP | T&E | NC | Co | Oths |
|-----------|----|----|-----|----|----|------|
| player 1 | 1 | | | | | |
| player 2 | | | | 1 | | |
| player 3 | | | | 1 | | |
| player 4 | | | | | | 1 |
| player 5 | | 1 | | | | |
| player 6 | | | | 1 | | |
| player 7 | | | | 1 | | |
| player 8 | | | | 1 | | |
| player 9 | 1 | | | | | |
| player 10 | | | | 1 | | |
| player 11 | | | | | | 1 |
| player 12 | | | | | | 1 |
| player 13 | | | 1 | | | |
| player 14 | | | | | | 1 |
| player 15 | | | | | | 1 |
| player 16 | | | | | | 1 |
| player 17 | | | | | | 1 |
| sum. | 2 | 1 | 1 | 6 | 0 | 7 |

T&E: Try and Error

Oths : Others

| Session 6 | CC | EP | T&E | NC | Co | Oths |
|-----------|----|----|-----|----|----|------|
| player 1 | 1 | 1 | | | | |
| player 2 | | | | | | 1 |
| player 3 | | | | | | 1 |
| player 4 | | | | 1 | | |
| player 5 | | | | | | 1 |
| player 6 | | | | 1 | | |
| player 7 | | | | 1 | | |
| player 8 | | | | 1 | | |
| player 9 | | | | | | 1 |
| player 10 | | | | | | 1 |
| player 11 | | | | 1 | | |
| player 12 | | | | 1 | | |
| player 13 | 1 | | | | | |
| player 14 | 1 | | | | | |
| player 15 | | | | | | 1 |
| player 16 | | | | | 1 | |
| player 17 | | | | | | 1 |
| sum. | 3 | 1 | 0 | 6 | 1 | 7 |

| Session 7 | CC | EP | T&E | NC | Co | Oths |
|-----------|----|----|-----|----|----|------|
| player 1 | 1 | | | | | |
| player 2 | | | | 1 | | |
| player 3 | 1 | 1 | | | | |
| player 4 | | | | | 1 | |
| player 5 | | | | | | 1 |
| player 6 | 1 | | 1 | | | |
| player 7 | 1 | | | | | |
| player 8 | 1 | 1 | | | | |
| player 9 | | | | 1 | | |
| player 10 | | 1 | | | | |
| player 11 | | | | 1 | | |
| player 12 | 1 | | | | | |
| player 13 | | | | 1 | | |
| player 14 | 1 | | | | | |
| player 15 | 1 | | | | | |
| player 16 | 1 | | | | | |
| player 17 | 1 | | | | | |
| sum. | 10 | 3 | 1 | 4 | 1 | 1 |

| Session 8 | CC | EP | T&E | NC | Co | Oths |
|-----------|----|----|-----|----|----|------|
| player 1 | 1 | 1 | | | | |
| player 2 | | | | 1 | | |
| player 3 | | | | | | 1 |
| player 4 | | | | 1 | | |
| player 5 | | | | | | 1 |
| player 6 | | 1 | | | | |
| player 7 | | | | 1 | | |
| player 8 | | | | 1 | | |
| player 9 | | | | | | 1 |
| player 10 | | | | | | 1 |
| player 11 | | | | | | 1 |
| player 12 | | | | | | 1 |
| player 13 | | | 1 | | | |
| player 14 | 1 | | | | | |
| player 15 | | | | | | 1 |
| player 16 | | | 1 | | | |
| player 17 | | | | 1 | | |
| sum. | 2 | 2 | 2 | 5 | 0 | 7 |

0-Yen-Cost Sessions:

CC: Conditional Cooperators EP: Empirical Players

NC: Non-Cooperators Co : Cooperators

| Session 9 | CC | EP | T&E | NC | Co | Oths |
|-----------|----|----|-----|----|----|------|
| player 1 | | | | 1 | | |
| player 2 | | | | | | 1 |
| player 3 | | | | 1 | | |
| player 4 | | | | 1 | | |
| player 5 | | | | | | 1 |
| player 6 | | | | 1 | | |
| player 7 | | | | | 1 | |
| player 8 | | | | | | 1 |
| player 9 | | | | 1 | | |
| player 10 | | | | | | 1 |
| player 11 | | | | | | 1 |
| player 12 | | | | | | 1 |
| player 13 | | | | | | 1 |
| player 14 | | | | 1 | | |
| player 15 | | | | | | 1 |
| player 16 | | | | 1 | | |
| player 17 | | | | | | 1 |
| sum. | 0 | 0 | 0 | 7 | 1 | 9 |

T&E: Try and Error

Oths : Others

| Session 10 | CC | EP | T&E | NC | Co | Oths |
|------------|----|----|-----|----|----|------|
| player 1 | | | | | | 1 |
| player 2 | | | | | | 1 |
| player 3 | | | | | | 1 |
| player 4 | 1 | | | | | |
| player 5 | | | | | | 1 |
| player 6 | | | | | | 1 |
| player 7 | | | | | | 1 |
| player 8 | | | | | | 1 |
| player 9 | | | | 1 | | |
| player 10 | | | | | | 1 |
| player 11 | | | | | | 1 |
| player 12 | | | | | | 1 |
| player 13 | | | | 1 | | |
| player 14 | | | | | | 1 |
| player 15 | | | | 1 | | |
| player 16 | 1 | | | | | |
| player 17 | | | | | | 1 |
| sum. | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 12 |

No-moving Sessions:

CC: Conditional Cooperators EP: Empirical Players

NC: Non-Cooperators Co : Cooperators

| Session 11 | CC | EP | T&E | NC | Co | Oths |
|------------|----|----|-----|----|----|------|
| player 1 | | | | 1 | | |
| player 2 | | | | | | 1 |
| player 3 | | | | 1 | | |
| player 4 | | | | 1 | | |
| player 5 | | 1 | | | | |
| player 6 | | | | | | 1 |
| player 7 | | | | 1 | | |
| player 8 | | | | | | 1 |
| player 9 | | | | | | 1 |
| player 10 | | | | | 1 | |
| player 11 | | | | 1 | | |
| player 12 | | | | | | 1 |
| player 13 | | | | | 1 | |
| player 14 | | | | 1 | | |
| player 15 | | 1 | | | | |
| player 16 | | | | | | 1 |
| sum. | 0 | 2 | 0 | 6 | 2 | 6 |

T&E: Try and Error

Oths : Others

| Session 12 | CC | EP | T&E | NC | Co | Oths |
|------------|----|----|-----|----|----|------|
| player 1 | | | | | | 1 |
| player 2 | | | | | | 1 |
| player 3 | | | | | | 1 |
| player 4 | | | | 1 | | |
| player 5 | | | | | | 1 |
| player 6 | 1 | | | | | |
| player 7 | | | | 1 | | |
| player 8 | | | | | | 1 |
| player 9 | | | | 1 | | |
| player 10 | 1 | | | | | |
| player 11 | | | | | | 1 |
| player 12 | | | 1 | | | |
| player 13 | | | | | | 1 |
| player 14 | | | | | | 1 |
| player 15 | | | | | | 1 |
| player 16 | | | | | | 1 |
| sum. | 2 | 0 | 1 | 3 | 0 | 10 |

| Session 13 | CC | EP | T&E | NC | Co | Oths |
|------------|----|----|-----|----|----|------|
| player 1 | | | | 1 | | |
| player 2 | | | | | | 1 |
| player 3 | | | 1 | | | |
| player 4 | | | | | | 1 |
| player 5 | | | | | | 1 |
| player 6 | | | | | | 1 |
| player 7 | | | | | | 1 |
| player 8 | | 1 | | | | |
| player 9 | 1 | | | | | |
| player 10 | | | | | | 1 |
| player 11 | | | | | | 1 |
| player 12 | | | | | | 1 |
| player 13 | | | | | | 1 |
| player 14 | | | | | | 1 |
| player 15 | | | | | | 1 |
| player 16 | | | | 1 | | |
| sum. | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 11 |

| Session 14 | CC | EP | T&E | NC | Co | Oths |
|------------|----|----|-----|----|----|------|
| player 1 | | | | 1 | | |
| player 2 | | | | | 1 | |
| player 3 | | | | | | 1 |
| player 4 | | | | | | 1 |
| player 5 | | | | | | 1 |
| player 6 | | | | | 1 | |
| player 7 | | | | | | 1 |
| player 8 | | | 1 | | | |
| player 9 | | | | | | 1 |
| player 10 | | | | 1 | | |
| player 11 | | | | | | 1 |
| player 12 | | | | | | 1 |
| player 13 | | | | | | 1 |
| player 14 | | | | | | 1 |
| player 15 | | | | | 1 | |
| player 16 | | | | | | 1 |
| sum. | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 10 |

References

- Camerer, Coline f. 2003 Behavioral Game Theory: Experiments in Strategic Interaction. Princeton University Press.
- Ehrhart, Karl-Martin and Claudia Keser. 1999. "Mobility and Cooperation: On the Run." CIRANO Working Papers 99s-24.
- Fischbacher, Urs, Simon Gächter, Ernst Fehr. 2001. "Are people conditionally cooperative? Evidence from a public goods experiment." Economics letters 71 397-404.
- Fujiyama, Hideki, Jun Kobayashi, Yuhsuke Koyama, Hirokuni Oura. 2005. "Decisions on the Exit: Micro analyses of a Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility 1." in this volume.
- Perez-Marti, Felipe, Josefa Tomas. 2004. "Regret, Warm-glow and Bounded Rationality in Experiments on Binary Public Goods" Journal of Economic Behavior & Organization 55 343-353.

Acknowledgement:

Authors thank Hideki Ishihara, Kazuhiro Kagoya, Masayuki Kanai, Hideki Kamiyama, Naoko Taniguchi, Ryuhei Tsuji, Motoko Harihara, and Masayoshi Muto for their comments and support.

Effects of Unanimity on Cooperation

—Micro Analyses of a Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility 5—

Hideki Fujiyama **Hirokuni Oura**
(Dokkyo University) (Teikyo University)

Abstract:

We examine the relationship between non-random sequences of cooperation choices and unanimous cooperation in a group. We find that unanimous cooperation generally affects cooperation behavior positively. This positive effect is most prominent in moderate mobility conditions. This fact implies that unanimous cooperation is a signal for cooperators in a group and the signal is clearer in moderate exit costs conditions than in no-mobility and high mobility conditions.

Keywords: cooperation, unanimity, social dilemma, run, experiment.

1. Introduction

For solving the social dilemma problem, there are two streams: strategic solutions and motivation solutions (Kollock [1998]).²³ In the stream of the strategic solutions, egoistic players are assumed, and the reciprocity and the choice of partners are important factors.²⁴ On the other hand, in the stream of the motivation solutions, altruistic players are assumed, and it is known that the communication and the group identity are important factors to promote this altruism.

In this paper, we look for the phenomenon that promotes the cooperation in an experiment in the stream of the motivation solutions.

In the experimental data, there is a cluster of cooperation both in the time series data and in the cross section data. More concretely, we can find the sequence of cooperation choices in a player. On the other hand, there is a group in which all players choose the choices of cooperation simultaneously. We examine the relationship between these phenomena using the cross table analysis.

In Section 2, we outline the data set. Section 3 reports the results and Section 4 concludes the paper.

²³ If we consider the changes in the structure of the game, there is a structural solution in which the game is altered in order to solve the social dilemma problem. In both strategic and motivation solutions, there is no changes in the structure of the game (Kollock [1998]).

²⁴ The exit option as a way of selecting the members in a group is examined in Fujiyama et al [2005a, b, c]. The conditional cooperator is detected in Fujiyama [2005d]. These works are in the stream of strategic solutions.

2. Research design

2.1 The Experiment

The subsection is the same as the subsection 2.1 in Fujiyama et al [2005a], which is included in this volume. See the corresponding subsection.

2.2 Methods

Data

As there are ten rounds in which there are 5 stages, a participant has 50 decision-makings on “cooperation” (voluntary contribution to the group). We construct a “**variable on cooperation**,” that is, if a participant chooses the option of cooperation then the value is 1, otherwise, it is 0. We calculate an “**individual cooperation rate**,” which is the ratio of cooperation in all 50 decisions. This measure is used in a run test. As there are ten sessions in which 17 participants took part and four sessions in which 16 participants took part, there are 234 participants to examine.

Criterion for a cross table

We consider two criterion for a cross table. First, we examine whether the participant continue to choose the choice of cooperation significantly. We examine the length of run of cooperation in a “variable on cooperation” given the “individual cooperation rate.” For example, consider that there are ten decisions and three players, A, B, C, whose “individual cooperation rate” are 0.4. In Figure 1, we consider that Player C has a significant long run of cooperation because, if the decision-making is random, the run of cooperation for Player C happens rarely. For this judgment, we use the tests based on the length of the longest run.²⁵ As the frequency of cooperation choices and the length of the longest cooperation run are obtained from the data in the experiment, we can have the test statistics. As it is difficult to calculate the exact distribution function, we obtain it using a computer simulation (Monte Carlo Analysis).²⁶ The graph of the distribution function of the length of the longest cooperation run with 7 cooperation choices and 43 non-cooperation choices is shown in Figure 2. In this case, the probability for the runs in which the length of the longest one is 1 is 0.3917; the probability for 2 is 0.5286; the probability for 3 is 0.0718, and so forth. In this test, the null hypothesis is that the runs are realized at random. If the runs that reject the null hypothesis are detected, we think that there are some hidden factors that affect the participant’s behavior. As one of reasonable candidates for these factors, we consider the following second criterion.

²⁵ See Gibons and Chakraborti [1992] for a detailed explanation of the tests based on runs.

²⁶ We derive the distribution functions with 100,000 times trials using Mathematica.

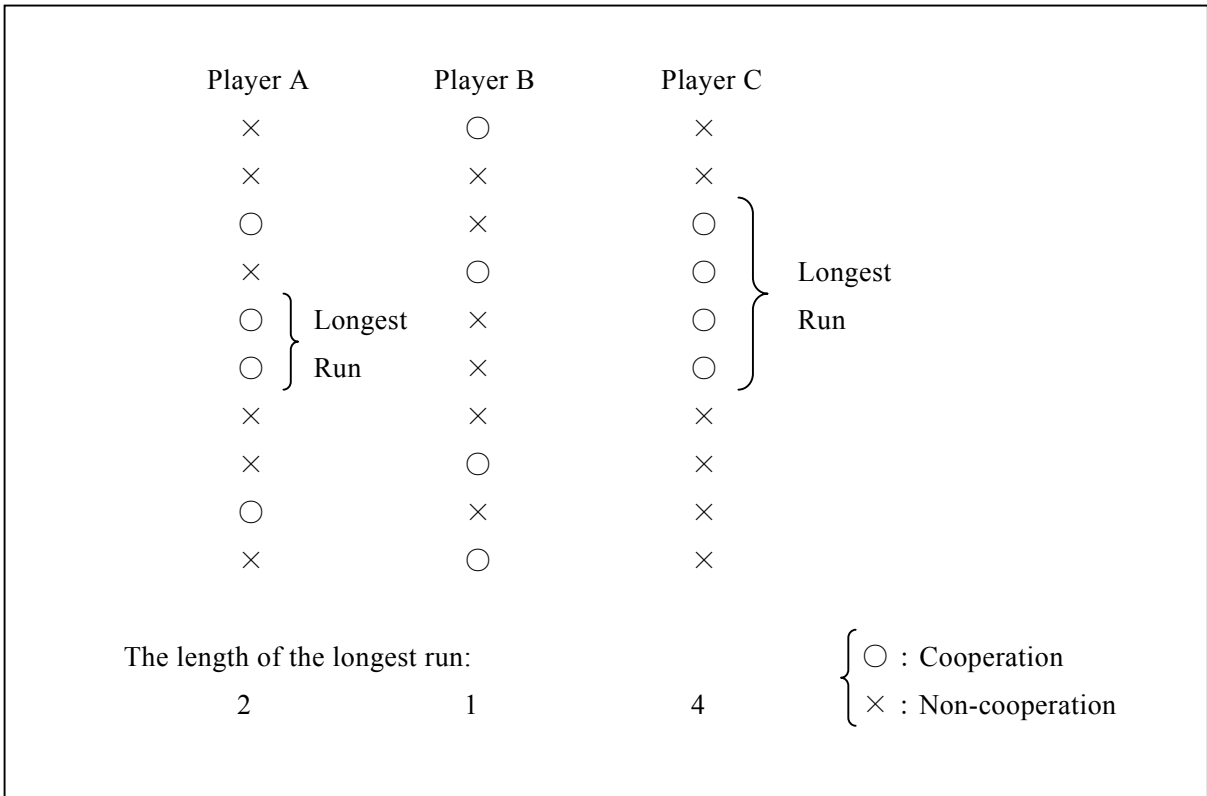


Figure 1: Runs of Cooperation

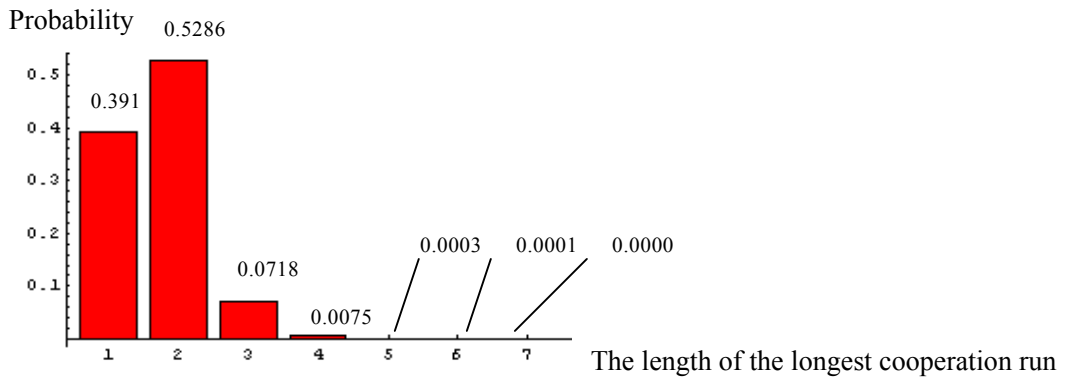


Figure 2: Example: the distribution function

Second criterion is as follows: we examine whether the participant experienced the unanimity of cooperation in a group, that is, all participants who belong to a group choose the choice of cooperation in a game.

We examine the relationship between two criteria using the cross table analysis. As we control the “individual cooperation rate” in the test based on the length of the longest run, these two criteria are

independent for each other.

3. Results

As the distribution function is a discrete function, there are cases in which critical value and the test statistic are in the same religion. In these cases, we cannot judge whether the test statistics are larger than the critical value, or not. For example, in Figure 2, if we have the 5 % significant level, the critical value is in 3 of the length. If a realized length of the longest cooperation run is also 3, we cannot judge whether the test statistics (that is 3) is larger than the critical value, or not. Of course, there is a way of thinking that, in this case, we consider that the null hypothesis is not rejected. But if we accept this way of thinking, there is a bias not to reject the null hypothesis in this case. In other words, in Figure 2, we do not test the hypothesis under the 5 % significant level but under 1 % significant level substantially. In order to avoid this bias, we omit the samples of these cases from the all data.²⁷

The result is shown in Table 1. We find the positive association between two criteria.²⁸

Table 1: Cross Table

| | | Non-random sequence of cooperation choices | | |
|----------------------------------|------|--|-----|------|
| | | Yes | No | Sum. |
| Unanimous Cooperation in a group | Yes | 29 | 72 | 101 |
| | No | 10 | 73 | 83 |
| | Sum. | 39 | 145 | 184 |

Cramer's V =0.202, $\chi^2=7.57$ (p-value <0.01)

As for the samples in the 20-yen-cost and 50-yen-cost conditions, we find that the positive association between two criteria is more outstanding.

²⁷ Though we accept the way of thinking that we do not reject the null hypothesis, the results are not altered qualitatively. The results are shown in Appendix.

²⁸ The association (the Cramer's V) is corresponding to the correlation coefficient. It seems that 0.202 is low. However, it is important to note that the value of the Cramer's V in the below case is also 0.2:

| | B1 | B2 | Sum. |
|-------|-----|-----|------|
| A1 | 60 | 40 | 100 |
| A2 | 40 | 60 | 100 |
| Sum . | 100 | 100 | 200 |

The Cramer's V in qualitative data tends to be lower than the correlation coefficient in the quantitative data. This example is cited from Takahashi [1992, p.181-182].

Table 2: Cross Table (20 yen costs and 50 yen costs)

| | | Non-random sequence of cooperation choices | | |
|----------------------------------|------|--|----|------|
| | | Yes | No | Sum. |
| Unanimous Cooperation in a group | Yes | 25 | 43 | 68 |
| | No | 4 | 35 | 39 |
| | Sum. | 29 | 78 | 107 |

Cramer's V = 0.287, $\chi^2 = 8.81$ (p-value < 0.01), Fisher's exact probability test's p-value < 0.01

4. Conclusion

We examine the relationship between the non-random sequence of cooperation choices and the unanimous cooperation in a group. We find a positive association between two criteria. In addition, we find that the experience of the unanimous cooperation is realized in the early parts of the cooperation run. We conclude that the unanimous cooperation affects the cooperation behavior positively. In other words, it is a factor to promote the cooperation in a group.

This positive effect of unanimity is prominent in the 20-yen-cost and 50-yen-cost conditions. The reason of this is as follows: In social dilemma game, it is important to guess others' behavior in a group.²⁹ From this viewpoint, the communication and the group identity can be interpreted as the way to bring the participants the good guess. The unanimous cooperation in a group is interpreted similarly, if we consider the unanimous cooperation as a signal of high cooperation of others in a group. This signal is weakened in a no-mobility condition as they interact repeatedly for a long time and have much information except the unanimous cooperation. In 0-yen-cost conditions, this signal is also weakened, as many participants move into the group. On the other hand, because, in the 20-yen-cost and 50-yen-cost conditions, the past information is a little and the noise with mobility is also low, the signal is clearer than in the 0-yen-cost and no-mobility conditions.

As for the future topics, we examine the difference between the 20-yen-cost and 50-yen-cost conditions and the 0-yen-cost and no-mobility conditions using some statistical test. In addition, it is needed to obtain the numerical information with which we know when the experience of the unanimous cooperation is realized in the cooperation run.

²⁹ Though the analysis is based on the trust game, we find the same comments in Bohnet and Croson [2004] and Eckel and Wilson [2004].

Appendix

Table 3: Cross Table

| | | Non-random sequence of cooperation choices | | |
|----------------------------------|------|--|-----|------|
| | | Yes | No | Sum. |
| Unanimous Cooperation in a group | Yes | 29 | 84 | 113 |
| | No | 10 | 111 | 121 |
| | Sum. | 39 | 195 | 234 |

Cramer's V =0.233, $\chi^2=12.7$ (p-value <0.01)

Table 4: Cross Table (20 yen costs and 50 yen costs)

| | | Non-random sequence of cooperation choices | | |
|----------------------------------|------|--|-----|------|
| | | Yes | No | Sum. |
| Unanimous Cooperation in a group | Yes | 25 | 50 | 75 |
| | No | 4 | 57 | 61 |
| | Sum. | 29 | 107 | 136 |

Cramer's V =0.325, $\chi^2=14.3$ (p-value <0.01), Fisher's exact probability test's p-value <0.01

References

- Bohnet, Iris, Rachel Croson 2004 "Editorial Trust and Trustworthiness" *Journal of Economic Behavior & Organization* 55 443-445.
- Eckel, Catherine C., Rick K. Wilson 2004 "Is Trust a Risky Decision?" *Journal of Economic Behavior & Organization* 55 447-465.
- Fujiyama, Hideki, Jun Kobayashi, Yuhsuke Koyama, Hirokuni Oura. 2005a. "Decisions on the Exit: Micro analyses of a Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility 1." in this volume.
- Fujiyama, Hideki, Jun Kobayashi, Yuhsuke Koyama, Hirokuni Oura. 2005b. "Performance of the Exit: Micro analyses of a Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility 2." in this volume.
- Fujiyama, Hideki, Jun Kobayashi, Yuhsuke Koyama, Hirokuni Oura. 2005c. "Intentions in the Exit: Micro analyses of a Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility 3." in this volume.
- Fujiyama, Hideki, Jun Kobayashi, Yuhsuke Koyama, Hirokuni Oura. 2005d. "Decisions on Cooperation: Micro analyses of a Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility 4." in this volume.
- Gibbons, Jean Dickinson Gibbons, Subhabrata Chakraborti 1992 *Nonparametric Statistical Inference (3rd ed.)* 1992 Marcel Dekker Inc.
- Kollock, Peter. 1998. "Social Dilemmas: The Anatomy of Cooperation. *Annual Review of Sociology* 24:183-214.
- Takahashi, Nobuo 1992 *Keiei Toukei Nyuumon*, Tokyo Daigaku Syuppankai (in Japanese).

Acknowledgement:

Authors thank Takashi Matsui for his comments on methods of tests. We also thank Jun Kobayashi, Hideki Ishihara, Kazuhiro Kagoya, Masayuki Kanai, Hideki Kamiyama, Naoko Taniguchi, Ryuhei Tsuji, Motoko Harihara, and Masayoshi Muto for their comments and support.

ゲームにとって「移動」とは何か？

－半繰り返しゲームの生成－

神山 英紀
(法政大学)

【要旨】

この論文は、これまでにゲーム論に関連して論じられてきたプレイヤーの“移動(所属集団の変更)”について、その理論的位置づけを根本的に見直そうとするものである。まず、繰り返しゲーム理論の前提を確認し、移動を「戦略」と把握する他のパラダイムと対比させながら、それとは異なる、「半ば繰り返しゲーム」を創出するものとして移動を捉えるパラダイムを提示する。次に、実験データを紹介し、それらを「50回繰り返しゲーム」と「5回繰り返しゲームを10ゲーム続けて行う試行」との混合物として分析しながら、経験的分析の可能性における後者の優位を示す。

キーワード: 囚人のジレンマ, 実験, 移動, 所属集団, 繰り返しゲーム, 半繰り返しゲーム, 進化

1. 「移動」の戦略パラダイムとその限界

近年の囚人のジレンマゲーム (PD ゲーム) に関する研究では、プレイヤーが、他のプレイヤー (=ゲームの相手) を変更できるという設定で論じるものが散見される。それは各文脈によって、「ゲーム間の移動」・「ゲームからの離脱」・「ゲーム相手の指名」・「ゲームのネットワーク」等々として言及されているが、共通することは、通常の PD における「協力」・「裏切り」戦略に加えて、「移動する」・「移動しない」のように、この設定に基づく新たな戦略が想定されることである (林 1993), (石原・大浦・小林 2003) 等)。

いうまでもなく、「移動」と呼ばれるものをふくむ数多くの現象がこの現実世界には確かに存在している。しかし、もし、この「移動」を、ゲームの戦略として概念化してゆくなればすぐに限界にゆきつくようにおもえる。移動とは、論理的に言えば、少なくとも1名が、ある時点では(2名以上からなる)グループ A_t に属しており、それ以降の時点では他のグループ B_{t+1} に属することを意味する。さらに言外にグループ A_t と並行して別のグループ B_t がすでに存在していたこと、そしてグループ B_{t+1} と並行して A_{t+1} が存在していることもそれは含意する。したがって、もし、移動をゲームの戦略とみるなら、この4つのグループの、どれをどのようなゲームのプレイヤー集合とみなすかという問題を最低限、処理しなくてはならない。

この理論的問題については、A および B に属すメンバー全員をプレイヤーとして、繰り返しゲームが行われるという回答がありうる。この場合、「移動」は、(移動する, しない) × (協力, 裏切り) のような、複雑な戦略のなかに表現される。そして、もし移動が毎期おこるのでないなら、このようなプレイヤー全員によるゲームと、さらに、あるグループの選

扱が他のグループの利得に影響しないような利得関数をもつ小さなゲームとが、交互に繰り返されると考えるべきであろうか。しかし、この場合、（多数の選択肢をもってしかも繰り返す、このような特殊なゲームを想定することが果たして PD の問題への意義あるアプローチなのかという疑念は措くとしても、それとは別に、）「移動」を検討する意義自体も乏しい。この繰り返しゲームには理論上の新しさはなく、「移動」は、「バレーに行く」・「キッシュを食べる」等々と並ぶところの戦略のレッテルとなる。したがって、それに焦点をあてる理由は、ただ、日常語でいう「移動」が関わる、何らかの経験的現象の個別的な重要性に求められることになるであろう。

2. 「移動」の半繰り返しゲーム・パラダイム

「移動」をゲームの戦略とみなすとき、それをプレイするゲームの存在は暗黙裡に前提されている。しかし、戦略は、プレイヤー集合の確定があってはじめて想定でき、そして、先に述べたように、経験的に存在する「移動」をゲーム・モデルに取り込むにあたって、そこにどんなゲームが存在するかは、実はクリティカルな問題なのである。そこで、「移動という“戦略”と PD ゲームの関わり」を探求するのに先行して、「移動はどのような“ゲーム”を構成するか」という問題を考慮しなくてはならないとわかる。

そして、これについて考えるとき決定的に重要なのは、次の、繰り返しゲームについての初歩的知識の確認である。すなわち、均衡導出の手続を考えればわかるように、理論的には、「繰り返しゲーム」とは、あるゲームがプレイされる時、同一のプレイヤーによる（結果的にそれ以前の）同じゲームでどんな選択がなされたか互いに完全に知っていることを前提としたゲームということである (Taylor 1987=1995)。つまり、プレイヤーがある種の知識（記憶）をもっていると考えられるかが鍵であり、決して、時間的順序、あるいは「毎日」・「毎時限」といった慣習上・制度上の人為的区切りが本質なのではない。したがって、経験的に「移動」が存在しており、それをゲーム・モデル化しようとするばあいには、 A_t , B_t , A_{t+1} , B_{t+1} , … 等々に属するプレイヤーが、どの時点においてどの範囲の知識を持ちうると前提できるかによって、それをどのようなゲーム・モデルと考えるべきか決まる。

例えば、グループ間で完全に情報が共有され、それまでの選択を全て記憶できるとみられる状況では、先にみたような全体で1つの繰り返しゲームとしてそれを考えるべきである。また、移動のないまま各グループそれぞれで長期間の繰り返しがあるけれども、時折、大規模・無秩序に相互に移動する状況もありうる。このばあい、それまでの選択についてグループ間では無知であるという理由から、複数の同時並行する有限回の繰り返しゲームが存在し、時折それらは終わり、また新たに始まるというモデルが適当かもしれない。さらに、こう考えると、「繰り返し」ではない、1回限りのゲームとは、全員が「移動」して集まってゲームが始まり、プレイ後に全員がそこから「移動」して去るゲームと解釈できる。

しかし、ここで移動の語の中心的意味を考慮すれば、一部はそのグループに残存しつつ、一部だけが他グループに所属が変わる状況を想定しなくてはならない。このような状況でも、プレイヤーの能力・メンバーの総数・グループのメンバー数・“繰り返し”回数等によって、妥当なモデルがどのようなものであるかは変わってくる。けれども、これらの変数をうまく

調整すれば、各グループにおいて一部については以前にどのような選択をしたか知っているが一部については知らない、また、あるときは知っているがあるときには知らない、ことを前提としてプレイが“繰り返される”モデルを構築できる。このときには、移動の機会をばさんで、ある意味でゲームは繰り返され続けているが、ある意味では互いに独立したゲームが始まり終わっているともいえる。このような“半ば繰り返すゲーム”こそ、「移動」を導入して構築される特有のゲーム・モデルである⁽¹⁾。

3.実験結果の分析

3.1 実験の概要

半繰り返しゲームのパラダイムが理論上の実りをもたらす保障はないが、少なくとも、現実の諸現象をモデル化するとき指針を与える役割は果たせる。そして、単純化した現実であるところの実験の結果を説明するさいにも、有用な分析方針を提供できる。

ここで取り上げる実験のセッティングの詳細については、本報告書の他の論文等でも言及されているから、そちらを参照されたい。ここでは概略のみ述べる。実験は、計 14 回、4 種の条件のもとに行われた。1 回の実験（1 セッション）の被験者数は 16 あるいは 17 名であり、そのなかで被験者は 4 あるいは 5 名ごとに A~D のグループに属し、そのなかで PD ゲームを行う。利得は金額で表現され、C（協力）： $(\text{グループの C 選択者数} \times 40 \text{ 円}) / \text{グループ成員数}$ 、D（非協力）： $\{(\text{グループの C 選択者数} \times 40 \text{ 円}) / \text{グループ成員数}\} + 20 \text{ 円}$ である。ゲームは 50 回繰り返される（終了回がいつかは告知しない）が、5 回を 1 ラウンドとし、セッションによって、各ラウンドの終了後に被験者がグループを移動することを条件付きで認めた。条件は、「移動コスト 0 円」（2 セッション）、「移動コスト 20 円」、「移動コスト 50 円」（各 4 セッション）の 3 種があり、プレイヤーが移動するさいに当該金額を支払わせるものである。なお、残る 4 セッションは「移動不可」である。被験者が獲得した金額は、基本的にはそのまま謝礼として実験終了後に各人に支払われた。最初の教示の後で被験者は、LAN でつながれたコンピュータ画面の指示に従い、それを操作する形で実験は進められた。被験者は同じグループに属する者を特定できないが、一方で、（自分が属する以外のグループも含め）グループの成員数や協力率については刻々知ることができた。当然ながら、ラウンド終了などを知らせる画面上の表示は、異なる条件間でも極力類似させた。なお、この実験は、上に述べた半繰り返しゲーム・パラダイムにもとづく仮説の検証として企画されたのでは全くない⁽²⁾。

3.2 移動の戦略パラダイムにもとづく基本的分析

3.2.1 基本的分析

実験結果を、まず、「戦略パラダイム」にとって基本的とおもわれる観点からみる。全般的にみて、（同一条件下でもかなりバラつきがあるが）少なくとも、移動可能な諸条件が「移動不可」に比べて協力率が高いとはいえず、獲得金額が大きいともいえないようにみえる。そこで、より詳細に、第一に、プレイヤーの協力率と移動率の関連について、第二に、プレ

プレイヤーの協力および移動についての選択が獲得金額に与える影響について分析しよう。

3.2.2 協力率と移動率の関係

まず、移動条件ごとに実験データを統合し、プレイヤーの平均協力率と平均移動率の関連を散布図に表現する。戦略パラダイムの詳細が何であれ、移動とそして協力の選択をプレイヤーの戦略とみるかぎり、個人を単位とする協力率と移動率は基本的変数として取り上げるをえないしその関連も無視できない。しかし、どの散布図においても特別な関連はみられない（相関係数は、移動コスト0円、20円、50円でそれぞれ、-0.16, 0.14, 0.16）（図1-1～1-3）。むしろ2変数に関連がみられないとき“擬似無相関”を疑うことはいつでもできるが、この実験のばあい、他の諸変数（たとえば各小グループの集団規模や協力率）は協力率と移動率の双方に影響を与えている可能性があり、それらを統制しつつ恣意性を抑えて解析することは困難である。サンプルの数が少なくはなく、他の変数が平均されている可能性を考慮すれば、移動“戦略”と協力戦略の関連を展望するさいの、最も重要な結果とみなしてよいであろう。

図 1-1

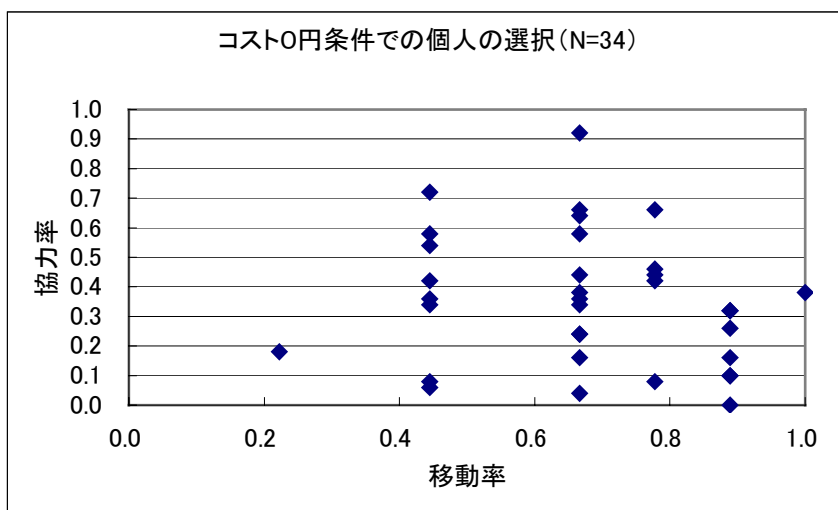


図 1-2

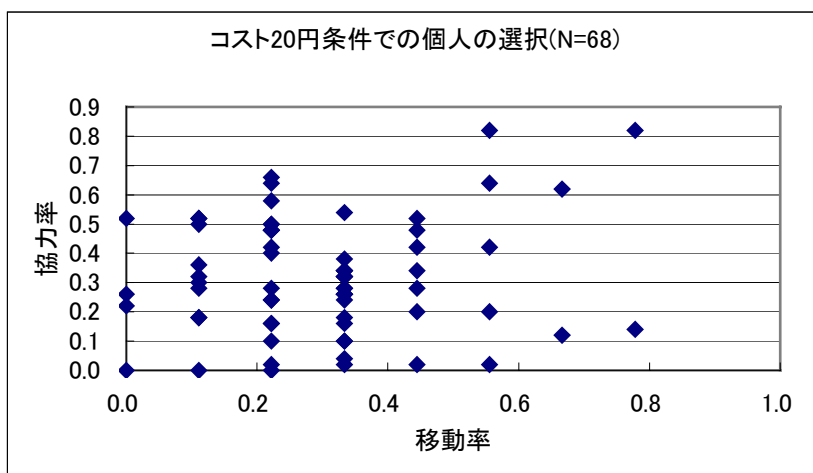
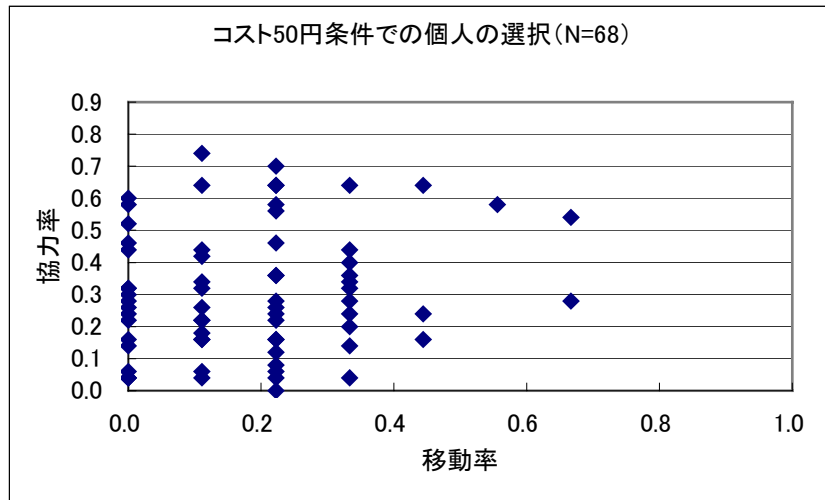


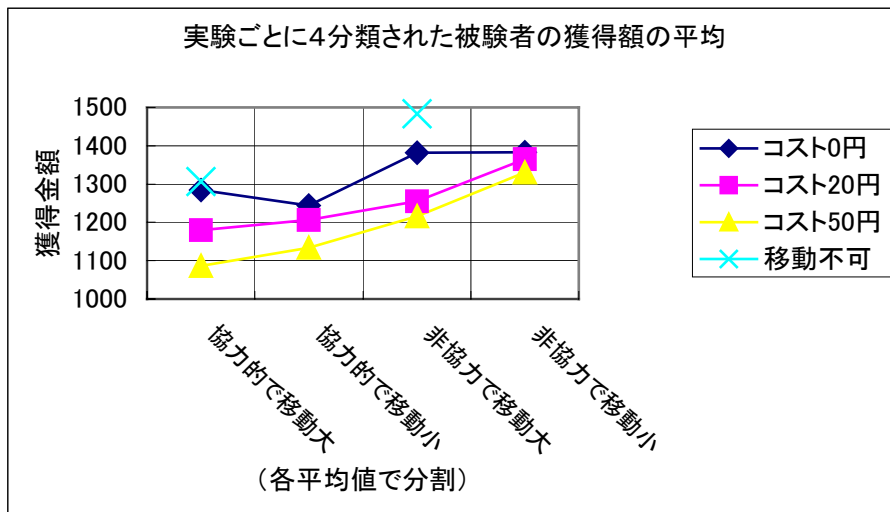
図 1-3



3.2.3 協力・移動の選択と獲得額の関係

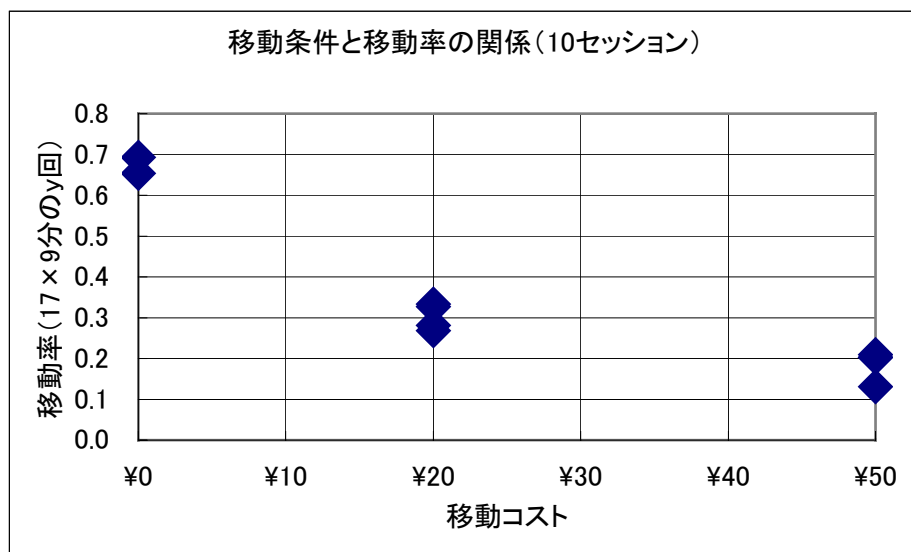
次に、NPD に移動を導入したことで、移動するほうが、そして協力するほうが、より多くの利益を得られるようになったか調べる。もしこの実験に“プレイヤーの進化”を読み込むなら、“諸変数が統制されたときの結果”ではなく、“正味の損得”こそ、問われるべきものである。図 2 は、各セッションにおいて協力率および移動率の平均値によってプレイヤーを 4 分割し、分割されたグループごとに獲得額を平均した後、さらに移動条件ごとに獲得額を平均した結果である。これをみると、通常の NPD 実験と同様、協力率が高いほど獲得額が小さい傾向が一般的にみられ、また移動にコストがかかるときには移動率が高いほど獲得額が小さい傾向がみられる。また、移動ができない（移動不可）セッションにおいて協力的である場合、他のどの移動条件の協力的プレイヤーより大きな獲得額を得られ、非協力的である場合、他のどの移動条件の非協力的プレイヤーよりも大きな獲得額が得られる。したがって、この実験の設定では、移動が可能な NPD 状況にいることは、それが無い通常の NPD 状況にいるよりもプレイヤーにとって一般に不利であり、さらに移動が可能な状況のなかにあ

図 2



っては、より移動するプレイヤー、より協力するプレイヤーが、他のプレイヤーに比べて不利なことが多いといえよう。

図 3



3.2.4 まとめ

ここで戦略パラダイムと呼んだ何らかの言述の体系があったとして、それに反証可能性をもたらす実験結果についての何らかの予測が、事前に明確に与えられていたわけではない。そのため、上の分析が戦略パラダイムの可能性を否定するのに最も有効なものであると主張することはできない。しかし、この実験の分析にあたって、「移動」をゲームの戦略とみてPDゲームとの関わりを探求する方針の行き詰まりは、これだけでも十分に理解されると確信している。

なお、これも実験の基本的なデータの1つであるが、移動が可能な10セッションにおいては、移動コストが低いほど平均移動率が高い傾向は明瞭にみられ、しかも移動条件ごとに特定の移動率の値にセッションが集中していることが分かる(図3)。実験は、それ自体としては十分に正確におこなわれ、また各セッションにおける被験者の差異の影響も限定的であったことの証左の1つである。

3.3 半繰り返しゲーム・パラダイムによる分析

3.3.1 半繰り返しゲーム・パラダイムによる分析方針

次に、「半繰り返しゲーム・パラダイム」にしたがい、以下のような仮定を導入し、実験データの諸側面を説明する。(1)移動が全く自由なとき、プレイヤーは自分の属すグループ以外も含め全員の選択を知り記憶する。また、自分の選択はそれら全員に知られ記憶されると考える。(2)移動の可能性が全くないとき、プレイヤーは自分が属すグループの選択のみを知りそれらのみ記憶する。また、自分の選択は同じグループのプレイヤーにのみ知られ記憶さ

れると考える。(3)移動の可能性が大きいほど、プレイヤーは自分が属さないグループのプレイヤーの選択について、よりよく知ろうと努めよりよく記憶する。また、自分の選択は、その人々によりよく知られ記憶されると考える。ここから、次が導出される。「移動の可能性が限定的であるとき、自分のこれまでの選択を知らず、また自分もその人々の選択を知らないようなプレイヤーがいくらか存在し、そのような人々とともに実際にゲームをプレイしていると考えることがある(半繰り返しゲームの生成)。」

上の説明によって「半繰り返し」の意味を理解するのは必ずしも容易でないかもしれない。その場合には、理論的厳密性はさらに欠くが、次のように直感的にも理解できる。先にみたように、人々が集まったときにゲームははじまり、その人々が散開したときそこでゲームは終わる。たとえその直後に同じ場所で同じゲームが行われたとしても、そのプレイヤーが先とは別の人々であるならば、そのゲームは、最初にプレイされたゲームが“繰り返された”ゲームではない。単に時間的順序にしたがってあるゲームの後に引き続き、別のゲームが行われただけである。では、もし、ゲーム開始後のある時点で、一部の人間はどこかに去ってしまうが一部の人間は残り、そして去っていった人々の代わりに、いままでゲームに参加していなかった人が新たにそこに加わったならば、それはどのようなゲームと考えるべきか。繰り返しゲームとしてゲームが続いているわけではないが、一方で、前のゲームは完全に終わり全く新しくゲームが始まるというわけでもない。ゲームは、そこで、“半ば”終わり“半ば”新たに始まるのである。逆にいうと、ゲームはその人々の入れ替わりの前後で“半ば”繰り返された、ということもできる。このようにして、移動によって、半繰り返しゲームが生成すると考えられる。もちろん、複数の集団が同時並行的にゲームを繰り返しており、そこに所属する人々が互いに入れ替わるという形の移動でも、半繰り返しゲームが生成する可能性がある。さらに具体的にこの実験の設定に即して言い直せば、次のようになる。この場合の「半繰り返しゲーム」とは、「半-50回繰り返しゲーム(=半-10ラウンド繰り返しゲーム)」を意味する。それは、通常の「50回繰り返しゲーム」と、「5回繰り返しゲームをただ10ゲーム次々に行う試行」との間に存在するものなのである。

ところで、類似する先行実験の結果から、次は広く知られているので、ここでも分析の前提とする。すなわち、一般にPDの繰り返しでは、初回には相当な高さの協力率が観察されるものの、回を繰り返すにしたがってそれは低落し、ゼロに近づく。例えば、M.D.デービスは、PDゲームに関して行われた初期(1960年前後)の実験の結果を概観し、50回繰り返しゲームにおいて前半よりも後半により非協力的になる傾向、また、ゲームの進行につれてより非協力的になる傾向を指摘している(Davis 1970=1973)。また、A.ラポポートは、繰り返しゲームにおける1回目から2回目にかけての協力率の減少(initial decline effect)や、終了回における非協力の増加(end effect)を1960年代の論文ですでに指摘している(Rapoport 1966)。

3.3.2 移動条件により異なる協力率の推移の説明

さて、このような見方により説明される実験結果を順次みてゆこう。

その1つは次である。移動条件ごとにデータを統合し個人平均協力率(4つのグループではなく17あるいは16の個人を単位として平均した協力率)の時系列的な推移をみると、そ

れらは、概して2つの傾向の合成と分かる。1つは、50回（10ラウンド）を通じての低下トレンドであり、もう1つは、1ラウンド5回ごとにみられる周期的低下およびそれに伴う各ラウンド初回の急上昇である。しかしながら、2つの傾向のどちらが明瞭かは条件ごとに異なり、前者の傾向がほとんどみられず後者が著しいのは、「コスト20円」の場合である。逆に前者がみられ後者が曖昧なのは「移動不可」である。そして「コスト50円」はこれら2条件の中間的な波形である。一方で、「コスト0円」は、部分的には周期的低下・急上昇もみられるものの、全体的な低下トレンドがあるところは「移動不可」と似ている（図4-1～4）。先述のように、繰り返しゲームは初回の協力率が高く、回の進行とともにそれが低下することをふまえると、この結果は、次のように理解できる。すなわち、移動条件における両極は（「コスト0円」の方では“揺らぎ”がみられるが）、一方は4人からなる4つの、他方は17人からなる1つの、50回（10ラウンド）繰り返しゲームであり、そして、「コスト20円」および「コスト50円」は、そのような50回繰り返しゲームと、それに並存する4グループによる5回有限繰り返しゲームとの混合と解釈すべきなのである。すなわち、移動にコストがかかるとき、限定的な移動があり、そこで半繰り返しゲームが生じるのである。

図 4-1

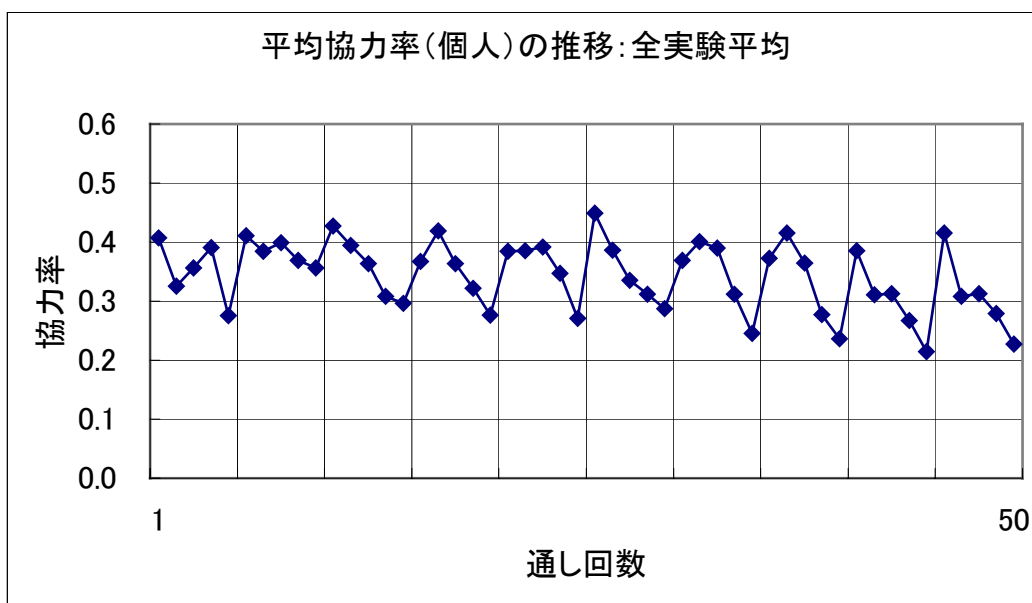


図 4-2

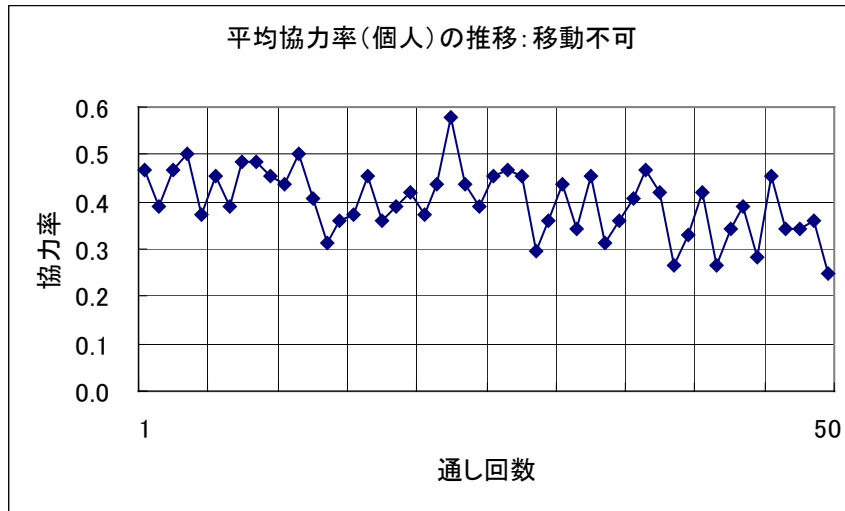


図 4-3

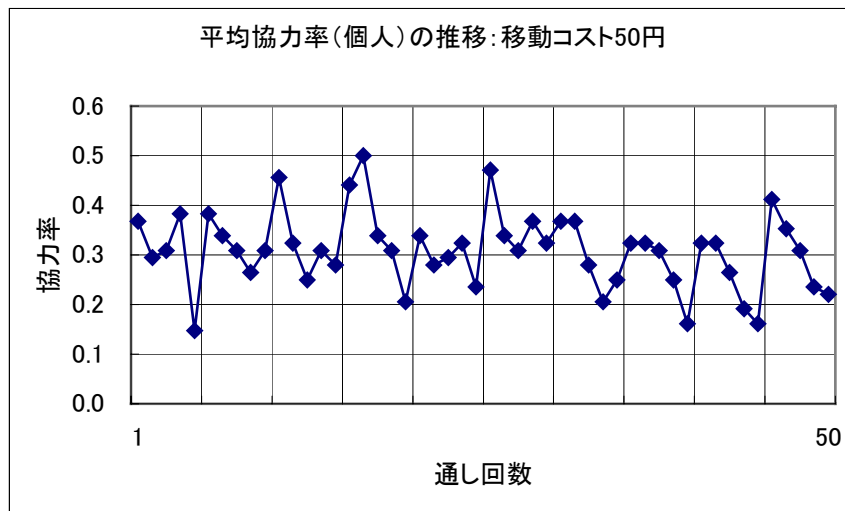


図 4-4

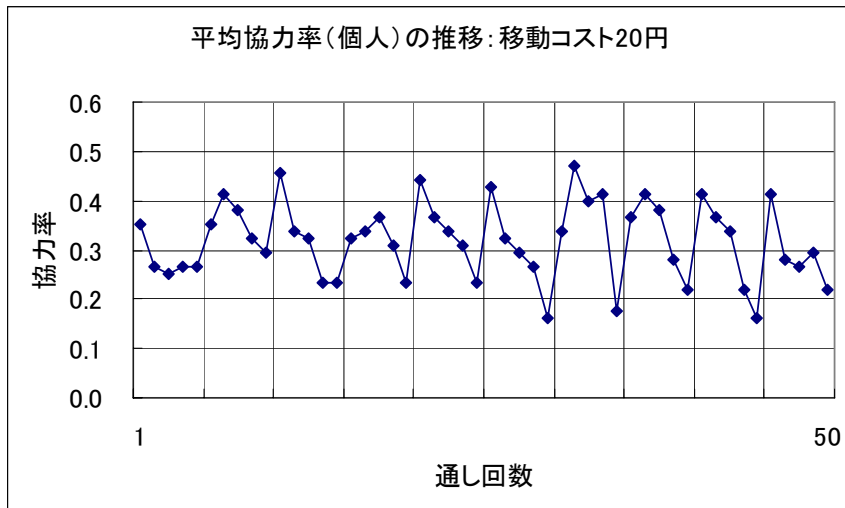
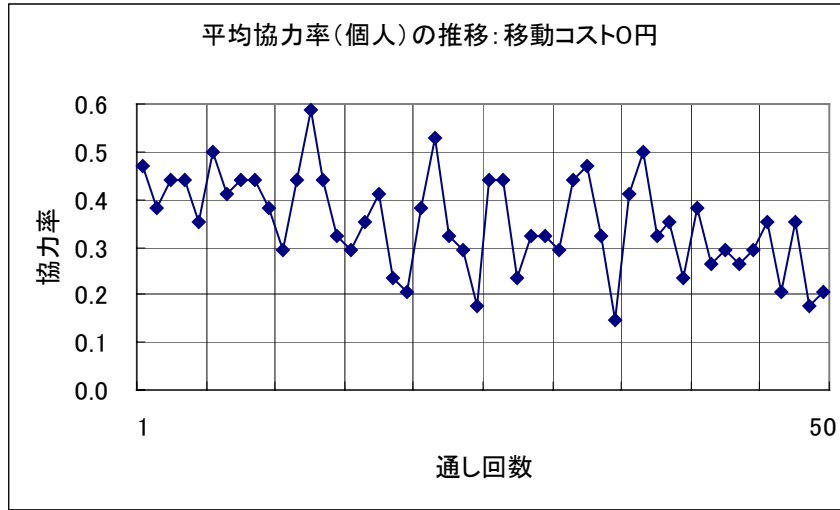


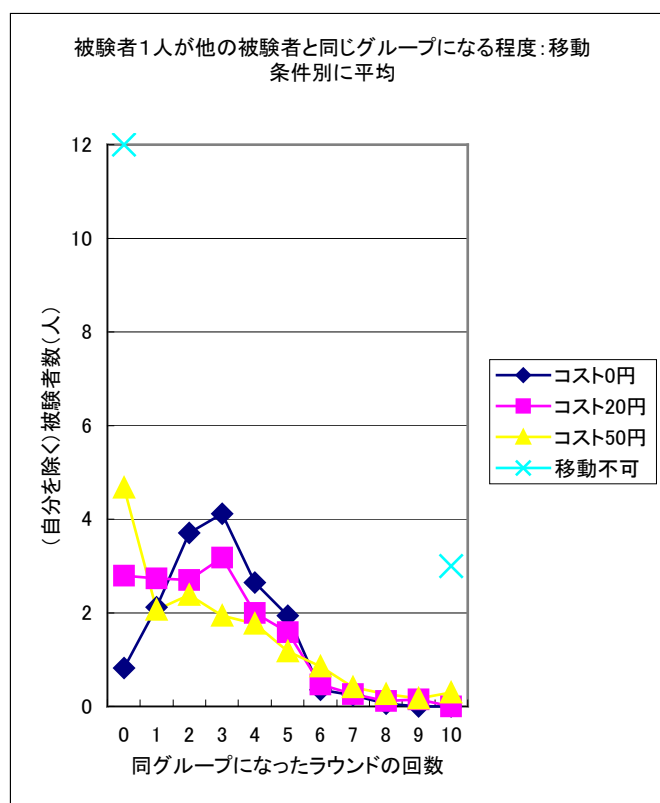
図 4-5



いまのことを補足しつつ分かりやすくいうため、次の疑問に答えることを考えよう。すなわち “「移動不可」から「コスト 50 円」「コスト 20 円」となるにしたがって、50 回全体を通じての低下トレンドは消え、代わってラウンドごとの周期的変動が顕著になるが、なぜ、「コスト 0 円」になると、再び「移動不可」に似た傾向が現れるのか” という問題である。図 5 は、「被験者 1 人が他の被験者と同じグループになる程度」を、移動条件ごとに平均して示したものである。つまり、あるセッションにおけるある 1 人の被験者に焦点をあてるなら、移動が可能なとき、その人は、ある被験者とは何度も同じグループに属して共にゲームをプレイするが、別の被験者とは一度も同じグループに属することはないということがありうる。むしろ、移動できない条件にあっては、ある 3 名とは 10 ラウンド全てを共にし（図の右下の×印）、残りの 12 名とは 1 ラウンドもグループを同じくすることはないのである（図の左上の×印）。この図をみると、コスト 50 円、コスト 20 円の条件では、同じグループになったラウンドの回数の分散が大きいことが分かる。これは、直感的ないいかたをすれば、これらのセッションでは、自分にとって身近な人と、疎遠な人との双方が（誰にとってもお互いに）存在したということである。それは、自分の「所属するグループ」が被験者に意識されながら移動がなされたことを意味する。このとき、自分の所属グループから自分あるいは他の被験者が移動して去ることは、ある程度（半ば）ゲームがそこで終わることを意味する。そして他の被験者が移動してきて自分の所属グループに加わるあるいは自分が移動して他のグループに所属することは、ある程度（半ば）、そこから新たなゲームが始まることを意味するのである。一方で、コスト 0 円の場合には、「同じグループになったラウンドの回数」の分散が 3.5 回を頂点とする 1 つの山になっている。これは、他の条件と比較すると、同じセッションの誰とも、“平均的な親しさ” で交わっていたことを意味する。実際、コスト 0 円のときの移動率は 0.6 を超えており、このような状況では、あるラウンドで自分がプレイしているグループを、自分の所属グループとして認識する余地は非常に少なかったと推測で

きる。このときは、いうなれば、セッションに属する全員が同じ1つのグループに属していたとも解釈できる。そして、グループ間の横の仕切りが消失するときには、移動チャンスによる縦の区切りも消失に向かう。この時間軸上に存在する区切りは、所属グループ間の変更があればこそ実質的な意味をもつのである。全員が同じ1つのグループに属すと認識されているとき、「移動」にゲーム理論上の意味はなく、したがって移動チャンスの前後でもゲームは変わらず繰り返されていると考えられるのである。この見方に誇張があるとしても、このような認識が多くの被験者に広がるなか、コスト0円の条件では、17人全員による50回繰り返しゲームとしての側面が現れるようになったと考えられる。そして、その協力率の波形は当然、移動不可の4人による50回繰り返しゲームの波形に近づく。ただし、おそらくは集団規模の効果により、移動不可の場合よりもその低下トレンドはさらに急である。

図5

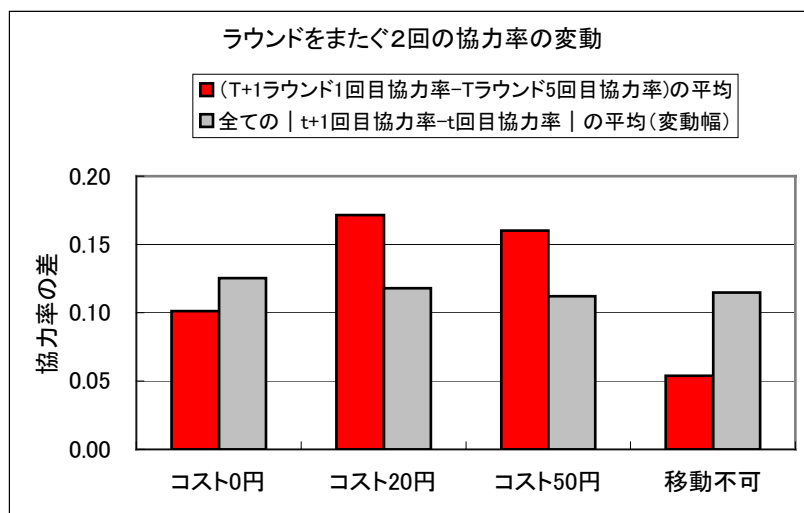


3.3.3 移動チャンスをはさむ協力率の変化についての説明

2番目に、上のこととも関連するが、移動チャンス前後の協力率についてさらに踏み込んでみてゆこう。図6は、ラウンドをまたぐ2回の協力率の変動をみたものである。黒の棒は、T+1ラウンド1回目の個人平均協力率から移動チャンスをはさんだ直前のTラウンド5回目の個人平均協力率を差し引いたものの、移動条件ごと(9ラウンド×4セッション(コスト0円は2セッション)=36回(18回))の平均である。ただし、連続する2回の協力率の変動幅には移動条件による一般的な差異があるかもしれないので、全てのt+1回目の協力率

と t 回目の協力率の差分の絶対値を平均してグレーの棒で示した。どの移動条件であっても、協力率はラウンドをまたぎ上昇するが、コスト 20 円およびコスト 50 円におけるその上昇幅は、移動不可のその 3 倍かそれ以上である。コスト 0 円の上昇幅と比べた場合も、5% 以上の開きがある。

図 6



移動条件間のこの差異は先の説明から理解できるとおもわれるが、移動可能なセッションにおいて、このようにして得られた協力率の変動は、そこで「移動した人」の移動チャンス前後における協力率と、そこで「移動しなかった人」のそれとを平均したものであることに注意する必要がある。いま、この移動チャンス前後の協力率の変化を、そこで「移動した人」と「移動しなかった人」とに分解して示せば、それは移動条件ごとに図 7-1~3 のようになる。これによれば、移動チャンス前後の協力率の上昇は、そこで「移動しなかった人」よりも「移動した人」のほうが明確に大きい（「コスト 0 円」と「コスト 50 円」）か、あるいは同じ程度（「コスト 20 円」）ということが分かる。

図 7-1

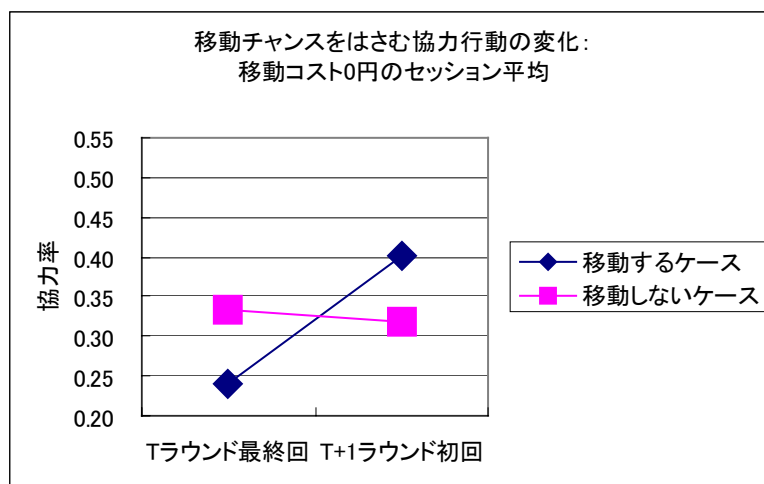


図 7-2

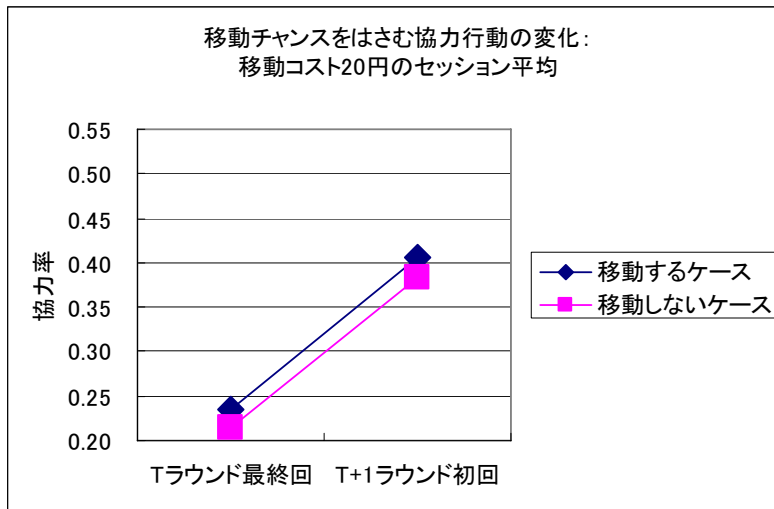
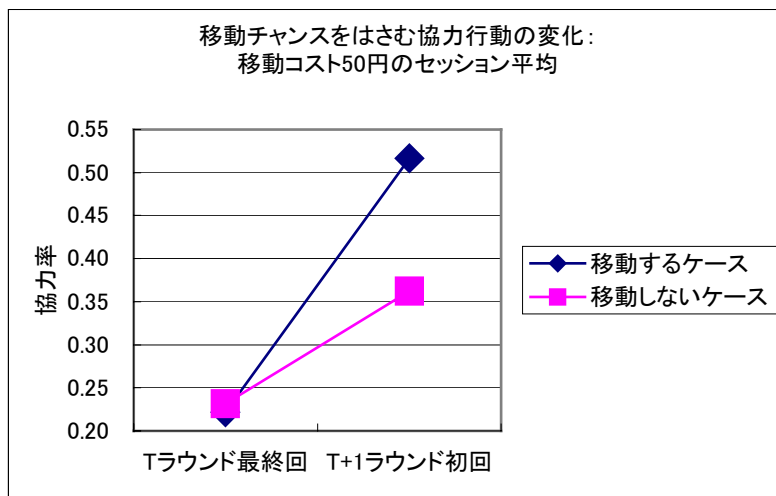


図 7-3



半繰り返しゲームのパラダイムからすれば、このような傾向は次のように説明できる。移動の可能性がいくらかあって所属集団を意識できるとき、移動によって身近な人と離れ、疎遠な人と新たにゲームをプレイする可能性が高まる。しかし、その可能性の大きさは、実際に「移動した人」と「移動しなかった人」とでは異なる。というのも、「移動した人」は、いままで共にゲームをプレイした身近な人々の多くから離れ、多くの疎遠な人々と新たにゲームをプレイすると想像する。一方で、「移動しなかった人」は、移動チャンスをはさんでその後も、「移動した人」に比べればより多くの身近な人々とゲームを続けていると想像するであろう。これによって、移動チャンスをはさんで、どの程度ゲームが終わりどの程度

ゲームが新しく始まるのか、逆にいえば、どの程度それが繰り返しゲームであるのか、その程度が、「移動する人」と「移動しない人」とでは異なるのである。そして、もちろん、そこにゲームの終わりと始まりを認める人のほうが、繰り返しゲームの終了そして開始にともなう行動をするのである。

この理解はまた、移動直後における両者の協力率の差が、「移動コスト 50 円」では 15% 以上あるが、移動率のより高い「20 円」ではほとんどなくなることの説明にもなる。すなわち、移動の稀な「50 円」の条件でこそ「移動する人」と「移動しない人」の非対称性は鮮明になるのである。グラフの他の特徴についてはここで紙幅をとることは避けたい。しかし、移動コスト 0 円のときは先に述べたように、移動チャンスでの区切りのない 50 回繰り返しゲームに近くなること、そして、将来の行動の可能性に左右される移動チャンス直前の協力よりも、実際になした行動に左右される移動チャンス直後の協力のほうが、移動の影響をより受けやすいであろうという推察を加えて考えれば、グラフに示された結果は全て理解の容易なものにみえる⁽³⁾。

3.3.4「協力戦略と移動戦略の関連」についての疑問、そして「協力戦略」への疑問

これらの分析から、協力と移動に関して 2 つのことがまず推測できる。第一に、これまでみたように、セッション間の協力率の比較においては“50 回を通じた低下トレンドが顕著なもの”と“ラウンド毎の周期的変動が顕著なもの”とがあったが、同様に、あるセッション内の個人間の協力確率の比較においても、前者のパターンに近い者と後者のパターンに近い者とが存在するであろう。そして、当然ながら、ラウンド毎に周期的に協力確率を変動させている個人ほど、移動回数が多い傾向であろう（逆にいったほうがわかりやすい、「移動の回数が多い個人ほど、協力する確率をラウンド毎に周期的に変動させるであろう」）。注意すべきは、このように個人のレベルで協力行動のパターンと移動行動との関連がかりに見出されても、次のように考えなくてはならない理由はないということである。つまり、各被験者は（Tit-for-Tat や Trigger のような）協力行動についての戦略と、そして移動行動についての様々な戦略を潜在的傾向として内在させており、さらに、協力行動についてのある戦略と移動行動についてのある戦略とが個人の内ですべて結びついており、それらの発現として、両者の関連が実験で観察されたと考える必要はない、ということである。

半繰り返しゲーム・パラダイムはより自然な解釈を与える。つまり、被験者が個々に異なる移動戦略をもっているのではなく、被験者は、一般に、自分が移動する前には非協力の選択をする傾向があり、移動した後には協力の選択をする傾向があるのである。それは、有限繰り返しゲームの最終回には非協力を、初回には協力を選択するという、いままでによく知られている傾向の反映である。そして実験のなかで移動の可能性が与えられれば、多く移動する者と少なく移動する者があるのは当然であり（移動回数が皆同じならむしろ説明を要する）、結果、移動の多い個人ほど、協力する確率をラウンドごとに周期的に変動させるのである。

日本人から数百人のサンプルを取り出し、8 月に“ビールを飲んだ回数”と“枝豆を食べた回数”とを尋ねたとしよう。すると、「ビールを飲んだ回数の多い個人は飲んだ回数の少

ない個人に比べて、枝豆を食べた回数が多い傾向」が観察できよう。これは確かに事実ではあるが、その事実に注目すること、あるいは、「なぜビールをよく飲む人は枝豆をよく食べ、ビール飲まない人は枝豆を食べないのか？」などと問うことには意味がない。この場合、一般に、夏にビールを飲むという行動は枝豆を食べるという行動に関連しており、かつ、ビールを飲む回数に関しては、当然ながら多い人も少ない人もいるために、そのような観察がなされると考えるべきである。（なお、この指摘は、“ビールに対する嗜好”が、遺伝的な体質によるのか、文化的に獲得されたものかという論点とは関係がない。一般的な諸行動の関連を、個人間の差異に還元して解釈する必要性への疑問である。また、この指摘は、「“ビールに対する嗜好”は偶然的なもので個人間の差異は一切ない」という主張を含んでもいない。ある年の夏にビールを多く飲む人は翌年の夏にも多く飲むかもしれない。同様に、ある実験で協力的な人は他の類似の実験でも協力的であるかもしれない。しかし、行動間の関連を解釈するとき、その関連が強い人と関連が弱い人とが存在すると考えなくてはならない理由はない。）

さて、第2の推測は、協力の時系列的な変動ではなくて、個人の平均的な協力率と移動率に関することである。いまいちど図 7-1~3 をみれば分かるように、移動チャンスをはさんだ協力率の変化は、先に述べたように、確かに、全体的には、「移動する人」は「しない人」に比べ移動チャンス前に協力率が低くその後に協力率が高いようにみえる。しかし、その差異の程度を比べてみれば、「コスト 0 円」の場合を除いて、前者の違いは後者の違いに比べて小さくみえる。したがって、移動チャンスの前後を平均すると、「移動する人」は「しない人」よりも若干協力率が高くなるかもしれないと推測できる。そして、ほとんどのセッションでは、自明に、あるラウンドの2回目以降の協力率はラウンド1回目の協力率に関連している（自己相関がある）から、移動はラウンド初回の協力率の上昇を通じて全体の協力率を若干高める可能性がある。このことは、先に「戦略パラダイム」による分析をみたときに、移動コスト 20 円・50 円の条件において、移動率と協力率との間にごくわずかながら正の相関があったことと整合的である。もちろん、ここでも先と同じことを指摘できる。移動率と協力率との関連をかりに見出すことができたとしても、移動についての戦略というものを個人は持っており、それが協力に関する戦略と関連していると考えerる必要はとくにない。

関連してもう1つ付け加えておこう。この実験の結果の解釈として、「移動戦略」を想定する意義の乏しさをこれまで主張してきたが、実は、「協力戦略」を想定する意義もまた疑問である。協力戦略については、“Tit for Tat”や“Trigger”，“all D”，“all C”など、様々な種類と名称がこれまでに考えられており一般に馴染み深い。今回の実験結果をこの種の戦略を介して理解しようとするときの問題はいくつも考えられる。しかし、そのうち、「実際に観察された被験者の選択からプレイヤーが潜在的にもつ戦略を推定するときの原理的な困難」、あるいは「そうして帰納的に得られた諸命題は当然ながら実験結果の説明において無力である」等の問題については、紙幅をとって訴える必要もないであろう。ここでは、先に2で述べたことを、より具体的ないいかたで繰り返しておきたい。すなわち、もし協力戦略を推定することができ、そうするとともに、そのための前提として、やはり、半繰り返しゲーム・パラダイムを受容する必要があるのである。それは、“Tit for Tat”や“Trigger”を

例とすれば分かるように、繰り返しゲームの多くの戦略は繰り返された回数に基づいて定義されているが、その回数は、当然、それがどのようなゲームであるかに依存するからである。例えば、実験の移動不可のセッションは、理論的には「終了回の知らされていない 50 回繰り返しゲーム」とみなすほかなく、また、（よく考えると実はこれは論理が転倒した見方だが、それはともかく）先にみたように観察データ上からいっても、そうみなしたほうが自然なアプローチとなる⁽⁴⁾。したがって、移動不可のセッションでは、第 1 ラウンドの 1 回目だけが、繰り返しゲームの初回を意味する。一方で移動コストがある場合はどうか。こちらは、観察データから（やはり本当は論理が転倒しているがそれはともかく）各ラウンドの 1 回目をそれぞれの繰り返しゲームの初回とみなしたくなるかもしれない。しかし、それならば、もし、「移動コスト 100 円」のように、ほとんど移動が生じない条件のセッションを行った場合にはどう考えればよいのであろうか。ようするに、“Tit for Tat”や“Trigger”のような協力戦略の概念を用いて実験結果を理解したいなら、それが半繰り返しゲームである可能性も含め、どのようなゲームなのかをまず理論的に考えざるを得ない。

ところが、一旦、半繰り返しゲーム・パラダイムを受容するなら、みてきたように観察される協力率の変動はそれだけで概ね説明でき、協力戦略の概念からあらためてアプローチする余地はほとんどないとおもえる。残るのは「繰り返しゲームの初めは協力率が高く終わりは低い」という以前からよく知られている傾向のみであり、これを戦略の概念を用いて表現し直しても発展性に欠ける。「日本人のビール消費量の夏から秋にかけての減少」を観察したとき、それを「一年を通じて一定量のビールを飲む人」・「ビールを飲むことが全くない人」・「気温の高低に応じてビールを飲む人」の 3 種類の人口割合として表現し直すことはもちろんできる。しかし、この場合、ビール消費量に一般的に関連している変数ははじめから明確である。このような類型化が有意義になるのは、ただ、「その関連の強さには個人差（連続的差異や両極への偏りなど）もあろう」という通常の推論が、観察事実から不適當といえるときだけである。

3.3.5 協力率が上昇する 2 セッションの説明

半繰り返しゲーム・パラダイムに基づく実験結果の説明の 3 つめとして、2 つのセッションの個人平均協力率の推移を示そう（図 8-1,2）。実験 D-1 と名付けられているセッションは移動条件がコスト 20 円であり、実験 16-1 は移動コスト 50 円である。これらは他の 12 セッションと異なり、少なくとも一部について明確な協力率の上昇トレンドがみられる。この実験は PD ゲームに関するものであるから、いうまでもなく、一部のセッションとはいえ、このような協力率の上昇トレンドがみられたなら、それをどのように評価するかは重要である。

図 8-1

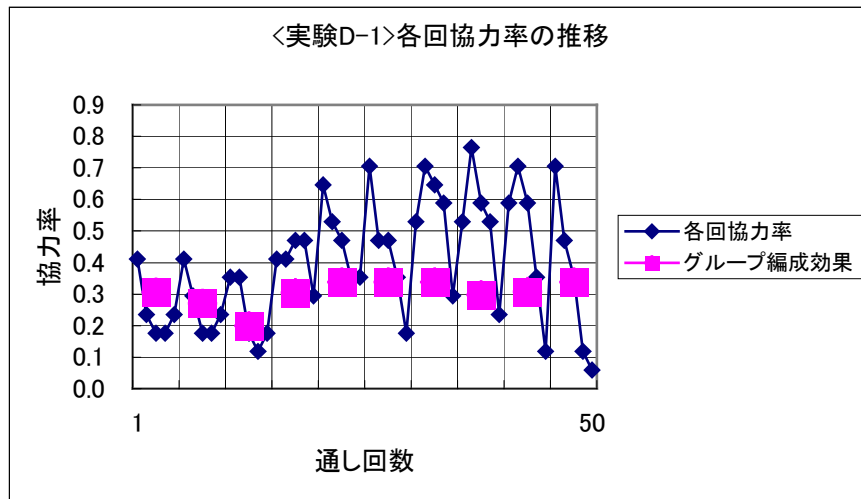
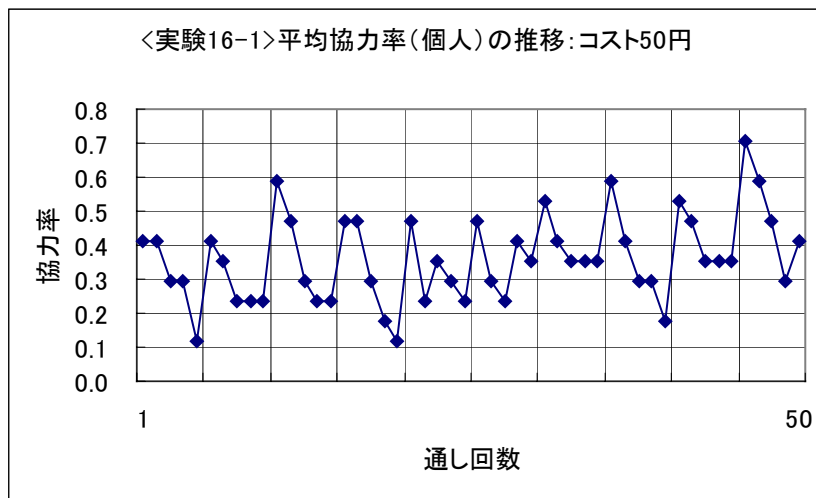


図 8-2



まず、この上昇が必ずしも「グループ編成効果」ともいふべき効果によるものではないことを述べておこう。この報告書の他の論文でも指摘されているように、一般に、個人の協力率は、その個人が属するグループ（A～D のグループ）の集団規模の影響を受ける。よく知られているように、小規模集団では協力率が高くなり、大規模集団では協力率が低くなる。17人を4分割して4グループをつくる場合、小規模集団ができればそれだけ他に大規模集団ができる可能性が高くなるから、17人の平均協力率を出せば、ある程度、集団規模の効果は相殺される。しかし、その影響が全くなくなるわけではなく、規模の異なる集団の組み合わせにより、平均協力率が高くあるいは低くなる。たとえば、2人、2人、6人、7人の4グループからなる集団の編成よりも、4人、4人、4人、5人の集団編成のほうが平均協力率は高くなるのが他のセッションも含めた結果から予想できるのである。そこで、実験 D-1 については、同時期に実施した他の5セッションの結果も利用し、グループ編成効果の大き

さを調べることにした。その手順は以下の通りである。まず、6セッションに存在したグループの全てについて集団規模ごとに分類し、それぞれの平均協力率を算出した。次に、実験D-1がどのようなグループ編成で推移したかを調べ、それぞれのグループの規模に応じて、先に算出した平均協力率を代入した。その後改めてこのセッションの平均協力率を算出した。この推移は図8-1において■の印で示されている。しかし、図からわかるように、このグループ編成効果では、3ラウンドから4ラウンドにかけての協力率の上昇は説明できるものの、その後の5ラウンドから7ラウンドにかけての上昇については説明できない。

では、あらためて、この上昇はなぜ生じたのか。半繰り返しゲーム・パラダイムからすれば、注目すべきは、問題となっている50回を通じてのトレンドと対照されるところの、ラウンド内での協力率の推移である。そして、その点に関しては、両方の実験とも、明確でしかも大幅なラウンド内での下落が繰り返しみられることにすぐに気付くであろう。それは、多くの被験者にとって、この実験の状況は、ラウンドごとに5回繰り返しゲームが終わりそして始まっている、それらがただ次々に行われていると認識されていることを意味する。そうであれば、ラウンドの初回は5回繰り返しゲームの初回の選択となる。そして、繰り返しゲームの初回は、協力率が高く、また、それはそれ以前の協力率の影響を受けないため、ある範囲内でよりランダムな大きさに決まると推論できる。（したがって、あるラウンドの5回目と次のラウンドの1回目とを実線でつないでしまっているこの図の表現は不適切ということになる。）各ゲームの初回の協力率がランダムであれば、それらが、たまたま順次大きな値となってゆくこともある。もちろん、小さくなってゆくケースもあろうが、それらは、ここに取り上げられていないのである。大きくなることもあれば小さくなることもあるから、それらを平均すれば、先にみたように、協力率の時系列的な変化は非常に小さくなるのである。

3.3.6 重回帰分析によるパラダイムの妥当性の確認

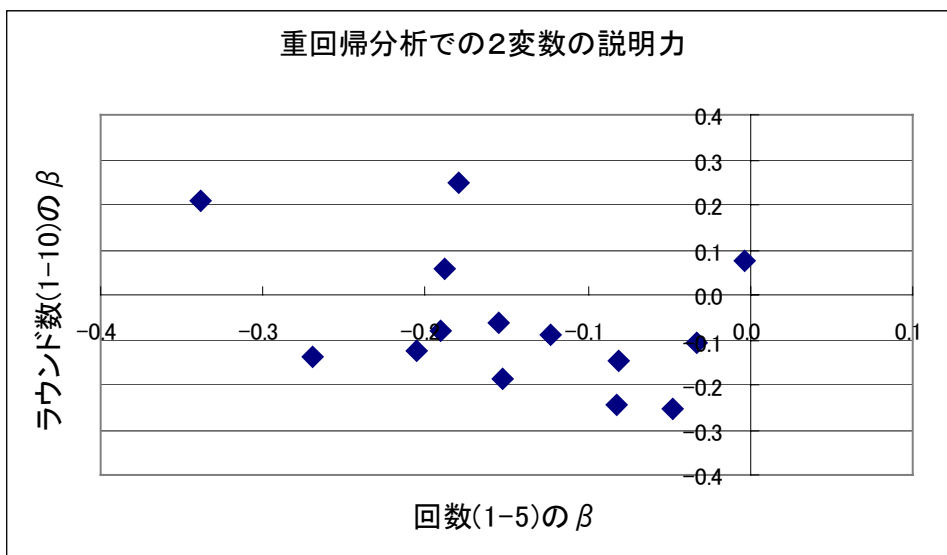
これまでの議論からすでに明らかになっているとおもうが、この実験に半繰り返しゲーム・パラダイムをあてはめるとき、それはあるセッションを、半50回繰り返しゲーム（＝半10ラウンド繰り返しゲーム）として理解しようとしているのである。すなわち、一方には、50回繰り返しゲームがあり、他方には、5回繰り返しゲームを10回ただ次々に行う試行があり、多くのセッションはその間に位置づけられると推測しているのである。そして、それぞれのセッションの「位置」は、プレイヤーの移動率に影響されるはずであり、その移動率は先に述べたように移動条件とほぼ一意的な対応がある。したがって、セッションの「位置」は移動条件に影響される、いいかえれば、それぞれのセッションの、50回繰り返しゲームと、5回繰り返しゲーム10回試行との「混合比率」は、移動条件に左右されると考えられる。

これらを確認するため、1実験に $4 \times 50 = 200$ 程ある「ゲームの協力率」を従属変数とし、「集団規模」・「各ラウンドにおける回数（1～5ステージ）」・「ラウンド数（1～10ラウンド）」を独立変数とする重回帰分析を実験ごとに行う。「集団規模」を独立変数として取り入れたのは、それが協力率に大きな影響を与えることが分かっており、この効果を除いた他の2変数の協力率への影響を比較するためである。それぞれの独立変数と従属変数との関

連についていえば、各変数が大きくなるにつれ協力率が低下する傾向を確認できる。ただし、集団規模と協力率の関係については、規模がかなり大きいところでは一このような規模のサンプルが少なかったためと考えられるが一単回帰直線からはかなり乖離する。それをふまえた上であるが、重回帰分析を実施すると以下のことが分かる。

導出された回帰式の標準化係数を比較すると、まず全体として、説明力における「全ラウンドを通じての低下トレンド」と「周期的低下（その後の急上昇）」との間のトレード・オフがみられる。それに加えて、「移動不可」では前者が相対的に優越するが、移動コストが安くなるほど、（不安定さをみせながらも）後者が優越するようになり、「コスト 0 円」では、再び、前者の優越がみられる（図 9）。このようにして、実験データのある側面が説明されると同時に、半繰り返しゲーム・パラダイムの妥当性が確認できるのである。

図 9



| コスト種類 | 標準化係数 | | | R |
|-------|-------|-------|-------|------|
| | 回数 | ラウンド数 | 集団規模 | |
| 0円 | -0.08 | -0.24 | -0.41 | 0.48 |
| 0円 | -0.19 | 0.06 | -0.36 | 0.41 |
| 20円 | 0.00 | 0.08 | -0.41 | 0.41 |
| 20円 | -0.03 | -0.11 | -0.30 | 0.32 |
| 20円 | -0.27 | -0.14 | -0.52 | 0.59 |
| 20円 | -0.34 | 0.21 | -0.20 | 0.45 |
| 50円 | -0.15 | -0.19 | -0.37 | 0.44 |
| 50円 | -0.18 | 0.25 | -0.35 | 0.47 |
| 50円 | -0.19 | -0.08 | -0.14 | 0.25 |
| 50円 | -0.21 | -0.12 | -0.22 | 0.33 |
| 不可 | -0.05 | -0.25 | | 0.26 |
| 不可 | -0.08 | -0.15 | | 0.17 |
| 不可 | -0.12 | -0.09 | | 0.15 |
| 不可 | -0.16 | -0.06 | | 0.17 |

4. おわりにー戦略パラダイムと進化ゲーム理論ー

「半繰り返しゲーム・パラダイム」と「戦略パラダイム」との根本的な相違は何であろうか。それは、われわれに備わっていると考えられる、非常に広い意味での、「合理性」の扱いかたの違いといえる。「合理性」は様々に定義できようが、ここで指摘したいのは、世間知とか日常の知とか常識とか呼んでもよいような、他者との交わりのなかで発揮する人間の意識的・主観的で多様な推論能力のことである。それは、認識や操作可能性といった面で自分と対等な他者が周囲に存在していると認めながらも、その上で、他者と折り合いつつ社会生活を営むために誰もが日々発揮している能力であり、また、われわれが自分でもっている信じ、他者もまた当然に備えていると信じている性質のことである⁽⁵⁾。

半繰り返しゲーム・パラダイムにおいては、被験者を、実験者と基本的に対等な存在とみなした上で、その人々は実験のなかでこのような合理性を活用しており、その行動は共感的に理解しようという立場で結果を解釈する。「グループ間で頻繁に移動があるならプレイヤーはそのグループへの所属意識をもたない」、「同じ人々とゲームを続けるときにゲームが繰り返されていると被験者は理解する」などということは、（これまでそうしようとしてきたように）理論的に言い直せばできなくはないが、それ以前に、われわれがふだん日常生活のなかで用いている知識の応用でもある⁽⁶⁾。

一方で、移動の戦略パラダイムにおいては、移動する／しないという選択をゲームの戦略という観点からみるが、その前提として協力する／しないという選択も戦略のなかでとらえる。したがって、実験で観察される諸々の変動を戦略の差異によって一元的に理解しようとする「戦略一元論」といってよい。実験のなかで協力の機会があればそのプレイヤーがもつ協力戦略によってそれに関わる行動が選択され、移動の機会があれば移動戦略によってそれに関わる行動が選択されるのである。「戦略」は個々のプレイヤーが内在させているものであるから、「戦略一元論」は、また、諸々の変動を「個人間の差異」に還元するアプローチでもある。ただし、通常、そのときの「差異」は、その存在が自明視されている連続的な個人差を意味するのではなく、各戦略に対応する様々な類型という意味であり、それぞれに属す人数の割合に注意が向けられている。実験結果の分析枠組みとしての戦略パラダイムは、観察される行動の全てがこのような差異のみで決められるという考えに基づいている。したがって、それは、極めて行動主義的で個人主義的（個体主義的というべきか）で機械論的な人間像に基づくものと評価しても、的を外してはいないであろう。そして、また、意識的にかどうかはともかく、この（興味深くそして正確に実施された）実験の、分析に先んじての企画や設計もまた、同様な人間像に基づいてなされたものとおもわれる⁽⁷⁾。

このような特異なパラダイムー少なくとも代替的に提示したパラダイムと比較したとき、多くの社会学者にはこちらの方が特異に感じられると論者は予想するーは、どのようにしてもたらされたのであろうか。終わりに、戦略パラダイムの背後にあるものを探ってみよう。今回の実験に限っていえば、それは、「進化への着目」と、「その社会科学への特殊な導入」の2つによってもたらされたと推測できる。

まず、このような戦略概念の重視は、繰り返しゲーム理論の受容とともに、近年、新たな

展開をみせた、(生物学的な意味での)進化学理論・進化ゲーム理論への着目によって強化されたものであることは容易に推測できる。進化のプロセスは、生物の個体に備わった遺伝的プログラムの差異によって進行し、進化ゲームにおいてそのプログラムは、實際上、戦略と同一である。そして、その戦略は、「既存戦略」と「突然変異戦略」の対比にみられるように、非連続的な相違が印象的である(Weibull 1995=1998)。したがって、進化学理論と進化ゲーム理論の応用として実験を構想し結果を理解しようとするかぎり、戦略に注目するのはある意味では当然なのである。また、もともと生物と生態を対象として発達した理論からの着想が、驚くほどに行動主義的な戦略概念をもたらしたとしても、何ら不思議ではない。

しかし、このような進化や進化ゲームへの着目—それは確かに称賛すべき先進的着眼である—によって、このパラダイムが必然的に生まれるわけではない⁽⁸⁾。進化(ゲーム)理論が戦略パラダイムに結びつくには、社会科学がこれまでもたらした人間・社会についての知識にたいし、生物学的な理論から得た観点をどう接続させるかという点に関する、より特殊な選択も影響しているとおもわれる。

あえて議論を単純化すれば、進化(ゲーム)理論を社会科学のこれまでの蓄積とつなげようとするときの考え方は2通りありうる。1つは、進化(ゲーム)理論から得られた観点によって、社会科学のこれまでの知見に重要な修正・追加を行い、新たな方面の探求に向かおうとする方途である、そして、2つめは、社会科学のこれまでの知見の多くを幻想とみなし、それにとって代わろうとする考え方である。

そして、進化(ゲーム)理論を我々の社会に適用するとき「戦略パラダイム」をもたらすのは、後者の選択をした場合のみである。なぜなら、この半世紀から1世紀ほどの間に社会科学に何らかの進歩があったとすれば、おそらく、その1つは、「社会学者が研究対象にしているものは、認識能力や操作可能性において自分たちと対等な人間とそれらが成す社会である」という、当然ではあるが、ともすれば脇に置きたくなるような事実を直視するようになったことだからである。ここで具体的な論拠を述べる余裕はないが、この困難が共有されてその克服が社会学者のエートスとなり、これを大前提としながら理論と方法とを構築することがどうにか出来るようになったことが、長期的にみたときに、人間と社会に関する諸学問が共に獲得してきたものであると主張しても大きな異論はなかろう。そうであれば、進化(ゲーム)を我々の社会の研究に用いるとき、この前提のもと得られた理論や方法の成果を軽視・無視するならば、先に述べたような意味での対象の「合理性」を考慮する必要はなくなり、ただ一種独特の戦略概念のみが残るのである。

むろん、ある科学方法論にしたがえば、どのようなパラダイムに基づこうとも、それによって現象をよりよく説明できるなら、その特異性を理由に否定することは誤りとなる。しかしながら、この長い論文は、まさに現象を説明するという点において、この選択が大きな実りをもたらすことはないであろうことを、科学方法論上の要請とそして一般的な研究者の倫理にできるかぎり誠実に従いつつ、示そうとしたものなのである。

いうまでもなく、戦略パラダイムが、進化(ゲーム)理論の受容から必然的にもたらされたものではなく、ある特殊な選択が加わって形成されたということは、逆に、前者の選択をした場合には、進化(ゲーム)理論が、今後、社会科学に大きな恩恵をもたらす可能性もあ

ることを含意する。そして、論者自身も、生物学的な進化への着目は社会科学に新たな展開をもたらす可能性があると認める—おそらくいまだ数多いとはいえない—研究者の1人であることを最後に付け加えておきたい。

この論文では、「移動」を含む諸現象にゲーム理論を適用しゲーム・モデルを構築しようとするさい、ゲームの「戦略」としてそれを把握するのではなく、現象全体を「半繰り返しゲーム・モデル」とみなす根拠としてそれを理解すべきことをわれわれは提案した。そして、そのような「移動」の位置づけは、既存のゲーム理論体系からみて自然であるのみならず、実験結果を理解するうえでも有効であった。今後、現実の多様な諸現象のゲーム論的把握においても、このような見方が有用な指針として利用されることを期待する。

【注】

- (1)しかし、このような“半繰り返しゲーム”は、モデルとしての新しさはもつが、ゲームの前提となる Common Knowledge が想定できないのであるから1つの新しいゲームのクラスというわけではない。あるプレイヤーはそれをグループ内部での一回限りのゲームや短期有限回のゲームとみなし、別のプレイヤーはそれを全メンバーによる長期的な繰り返しゲームとみなすかもしれない。その意味で半繰り返しゲームは複数のゲームの複合と考えられるが、そのようにゲームを複合させるロジック自体は、ゲーム理論の体系の内にはない。したがって、移動を、日常語でいう「戦略」とみなすことは確かにできるが、それをゲーム理論の中に位置づけることは適当でなく、おそらくは、ゲームに外在する別の枠組みの中で記述せざるをえない（多くの場合、それは、各ゲームの帰結の“足し算”，あるいは、ゲームのみの場合の帰結と移動「戦略」のマッチングの帰結との“掛け算”を考えれば済むような単純な問題なのではないかと論者は推察している）。
- (2)このプロジェクトに研究協力者として関わった論者が記憶するかぎりでは、この実験は少なくとも当初は、実験結果についての以下のような見込み・期待に誘導されつつ、「通常の『仮説検証型実験』とはちがう『探索型実験』」と位置づけられて実行された。すなわち、プレイヤーに所属集団間の移動の可能性を与えれば、「協力」の選択をする傾向をもつプレイヤーはそのようなプレイヤー同士で集結し、また一方で、「非協力」の選択をする傾向をもつプレイヤーもそのようなプレイヤー同士で集結するという状況が生じる。このように、協力的な者はその者同士でゲームをし、非協力的な者はその者同士でゲームをするという分極化が一時的であれもしおこれば、N人囚人のジレンマの利得関数からして、前者が得る利得は後者のそれに比べて大きくなる可能性がでてくる。獲得される利得を重視する進化ゲームの観点からすれば、それはジレンマの解消ということに関連している。このような見込み・期待の存在は、(大浦 2003)、(金井 2003)などからも推測できる。もちろん、この「分極化」が生じるには、協力/非協力についての戦略と、移動についての“戦略”が別個のものでなく、関連しあうものと考える必要がある。その点で、この実験のもともとの“仮説”は、この論文で批判する「戦略パラダイム」とも密接に関わるのである。
- (3)図6に戻って、次の点を指摘しておこう。すなわち、ラウンド初回の協力率の上昇を、先行研究の用語を使って、ひとまとめに「リフレッシュ効果」と呼ぶのは不適切ということである。ここで明らかにしたことは、第一に、コスト20円およびコスト50円の条件では、移動不可のときにはないラウンド初回における協力率の大きな上昇がみられること、そして第二に、その上昇は、移動ということと本質的に関連しているがゆえに、この実験の分析において軽視できないということである。“リフレッシュ”という語感の問題はとりあえず無視するとしても、「リフレッシュ効果」の語のみでは、「ラウンド終了」・「ラウンド開始」という「合図による効果」—その効果があえて指摘するほど強いと認めたとしてだが—と「移動による効果」とを区別できなくなる。
- (4)ただし、より詳細にいえば、被験者は実験の終了回や終了時間を知らされていなかったため、ある程度時間を経た後の各ラウンド中に、そのラウンドの5回目ですれまでの繰り返しゲームが終了する可能性を考えたであろう。例えば、第5ラウンドの4回目には、次のプレイ後にゲームが完全に終わるであろうと推測するプレイヤーは少なからず存在したであろう。

- (5)進化ゲームの社会学への応用において、合理性の扱いが1つの論点となることは志田がすでに指摘している(志田 2003)。
- (6)一般論としていえば、これらの推測を理論的に位置づけ明らかにすることも重要である。そのさいには、それらのうち1つを被説明変数として析出し、他は統制されるよう、慎重に実験が企画・設計される必要がある。しかし、少なくとも、いったんある実験が実施され、そしてその結果がある分析方針によっては十分に説明できないならば、これらの、不明確ではあるがよく知られている日常の知を徹底的に活用して分析を進めてゆく以外に仕方がない。
- (7)「合理性」という要素をこのように観察対象から除いたとき、それは実験の方法論にも大きな影響を与える。つまり、このような、極度に単純化された人間行動の理解に基づくなら、実験の企画・設計の段階においては、前記の「個人間の差異」には還元することが難しい、先行研究がもたらした様々な知見(たとえば集団規模の効果、グループ・アイデンティティの効果、ナッシュ均衡に基づくゲーム理論の予測など)は軽視あるいは無視される可能性が高くなる。そして、結果を分析する段階においては、「個人間の差異」に拘泥するため、変数の種類やその関連の仕方についての思考は著しく制約され、誤った分析・解釈を続ける可能性が高まる。
- (8)たとえば、進化に注目した実験ということでは近年の進化心理学の興隆を想起させるが、有名な「4枚カード問題」の実験では(Cosmides 1989)、「合理性から逸脱したもの」を進化プロセスの存在によって説明しようとする。そこでの探求対象は合理性との対比でとらえられており、合理性と、集合的レベルで観察できる、進化のなかで獲得したある種の偏向との、二元論的な人間観が暗黙裡にある。

【文献】

- Cosmides, L. 1989. "The logic of social exchange: Has natural selection shaped how humans reason? Studies with the Wason selection task" *Cognition*, 31, 187-276
- Davis, Morton D. 1970. *Game Theory* Charles E. Tuttle Inc. Ltd. = 桐谷維・森克美. 1973. 『ゲームの理論入門』講談社
- 林直保子. 1993. 「TIT-FOR-TAT から OUT-FOR-TAT へーネットワーク型囚人のジレンマにおける戦略選手権ー」『理論と方法』8:19-32
- 石原英樹・大浦宏邦・小林盾. 2003. 「所属集団を変更できる社会的ジレンマ実験(2) 戦略の抽出と利得」『第35回数理社会学会大会研究報告要旨集』数理社会学会 20-23
- 金井雅之. 2003. 「進化ゲームにおける選択的相互作用モデルの意義と課題」『理論と方法』vol.18 No.2
- 大浦宏邦. 2003. 「秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ」『理論と方法』vol.18 No.2
- Rapoport, A. 1966. "The "end" and "start" effects in iterated Prisoner's Dilemma" *Journal of Conflict Resolution* vol.10 issue3:363-366
- 志田基与師. 2003. 「進化ゲーム理論は数理社会学に応用可能か？」『理論と方法』vol.18 No.2
- Taylor, M. 1987. *The possibility of cooperation*, New York: Cambridge University Press. = 松原望. 1995. 『協力の可能性』木鐸社
- Weibull, J.W. 1995. *Evolutionary Game Theory* MIT Press. = 大和瀬達二監訳. 1998. 『進化ゲームの理論』文化書房博文社

Theoretical Placing of Players' Shifts in NPD

Hideki Kamiyama

Hosei University

The purpose of this paper is placing players' shifts on the game theory. First, We confirm the necessity of the iterated game theory and show the paradigm of "quasi-iterated games" that is different from the paradigm of regarding players' shifts as strategies. The quasi-iterated games in this case are mixtures of 50 times (10 rounds) iterated games and only 10 series of 5 times iterated games. Next, We show the results of experiments and point out the possibility of the paradigm of quasi-iterated games for analysis of social acts.

社会的ジレンマ実験における「移動型トリガー戦略」

—心理的個人特性、行動意図からの検討—

針原 素子・辻 竜平

(東京大学) (明治学院大学)

【要旨】

本論文では、社会的ジレンマ問題の解決可能性のある「移動型トリガー戦略」が、実験室実験内で実際に採用されるかどうか、どのような心理的個人特性を持ち、どのような行動意図を持った人が採用するのかを、主に質問紙データから検討する。実験では、所属集団に関して、1) 移動なしの条件、2) 移動できるが移動コストが高い条件、3) 移動コストが低い条件、4) 移動コストがない条件の4条件を設け、社会的ジレンマゲームを行った。その結果、多数の実験参加者が「トリガー戦略」を取るのだが、移動なし条件と比べて、移動ありの3条件において、より「トリガー戦略」が取られることが分かった。また、移動なし条件では「トリガー戦略」を取るほど共貧状態、相互不信に陥るのに対し、移動あり条件では、「トリガー戦略」がそれなりの協力的関係を達成するのに有効である可能性が示された。

キーワード: 社会的ジレンマ、選択的移動、トリガー戦略、心理的個人特性、行動意図。

1. 目的

本論文では、本プロジェクトの社会的ジレンマ実験の前後に行われた事前質問紙と事後質問紙のデータを中心とした分析結果を報告する。事前質問紙では、実験中の参加者の行動に影響を与えると思われる個人の心理的特性について測定した。また、事後質問紙では、実験中に参加者が何を考えて行動したかを事後的に回答してもらった。実験参加者の行動から彼らの行動意図を推測することも可能だが、質問紙データを用いることで、これらの推測の妥当性を検討することができるだろう。

本プロジェクトでは、所属集団の選択的移動が社会的ジレンマ回避に有効である可能性を検討することを目的とした。具体的には、自らは協力的行動をとりながらも周囲の非協力に対しては非協力で応え、かつ協力的なメンバーを求めて選択的に所属集団を移動する「移動型トリガー戦略」の有効性を検討した。数理モデルやコンピューター・シミュレーションによる検討の結果、「移動型トリガー戦略」が存続可能であることが示され、実験室実験では、実際にこの「移動型トリガー戦略」が存在するのかを探索的に検討した。本論文では、実験参加者の質問紙への回答を基に、「移動型トリガー戦略」が本当に取られていたと言えるのかわ、どのような個人特性や行動意図を持った人が「移動型トリガー戦略」を取っていたのかを検討する。

2. 方法

2.1 実験参加者

実験参加者は、関東の A 大学の学生 134 名¹⁾であった。校内の募集掲示に応募した学生で、16 名または 17 名ずつのグループで実験に参加した。女性 100 名・男性 34 名、年齢は 18 歳～23 歳であった。

2.2 実験計画

参加者は、次のいずれかの条件に振り分けられ、1 セッションずつ計 8 回の実験を行った。

1. 移動なし条件：16 名ずつ×2 セッション
2. 移動コスト高条件：17 名ずつ×2 セッション
3. 移動コスト低条件：17 名ずつ×2 セッション
4. 移動コストゼロ条件：17 名ずつ×2 セッション

実験手続きの詳細については、他の章に詳しいので割愛するが、おおよそ次のようなものであった。

実験参加者は、ランダムに割り振られた自分の ID 番号(1～16 または 17)の机に座り、事前質問紙に回答した。次に、実験のインストラクションを受けた後、サーバマシンにつながれたクライアントマシンを使って意思決定を行った。1 セッションの参加者は、パソコン画面を通して、さらに 4 つのグループ (A・B・C・D と表示。1 グループ 4, 5 名) のいずれかに割り振られ、そのグループ内で社会的ジレンマゲームを行った。具体的には各参加者が与えられた資金 20 円をグループに提供する (協力行動) か、手元に残す (非協力行動) かを選択し、提供された金額がグループ内でプールされ 2 倍の公共財となり、メンバーに等分に分配されるものであった。その意思決定を 5 ステージ繰り返した後、移動なし条件以外の 3 条件では、他の集団に移動するチャンスが与えられた。ただし、移動コスト高条件では 50 円、移動コスト低条件では 20 円の移動コストが差し引かれた。ここまですべてを 1 ラウンドとし、計 10 ラウンドの意思決定を行った。途中、グループ人数は変動するが、2 人グループになった場合には、プールされた金額は 1.5 倍の公共財にしかならず、1 人グループになった場合には、提供・非提供にかかわらず得られる利益は元手と同じ 20 円とされた。10 ラウンド行ったところでコンピュータを使った実験は終了された。その後、事後質問紙に回答し、実験目的の説明を受け、実際に実験で得た利益を謝礼として受け取ったところで全ての実験は終了した。

2.3 質問項目

2.3.1 事前質問紙

事前質問紙では、実験参加者のもともとの心理的個人特性を測定した。主なものを以下に説明する。

- 1) 一般的信頼尺度：Yamagishi & Yamagishi (1994)より抜粋した以下の 3 項目の平均値を用いた。「ほとんどの人は基本的に正直である」、「私は人を信頼するほうである」、

- 「ほとんどの人は信頼できる」(1:全くそう思わない~7:強くそう思う) ($\alpha=.75$).
- 2) 用心深さ尺度: Yamagishi & Yamagishi (1994)より抜粋した以下の3項目の平均値を用いた。「他人との付き合いでは、いくら用心してもしすぎることはない」、「この社会では、気をつけていないと誰かに利用されてしまう」、「人にはみな邪悪な傾向があると考えておけば、困った目にあわないですむ」(1:全くそう思わない~7:強くそう思う) ($\alpha=.51$).
 - 3) 他者協力期待傾向: 「ごみの分別をきちんとしている人は何%くらいいると思いますか」、「水不足のときに、何%くらいの方が節水すると思いますか」の2項目についてそれぞれ0~100%の数字で回答させ、平均値を用いた ($r=.33$).
 - 4) 共感性尺度: 加藤・高木 (1980)の情動的共感性尺度より抜粋した以下の5項目の平均値を用いた。「人が冷遇されているのを見ると、非常に腹が立つ」、「大勢の中で一人ぼっちでいる人を見ると、かわいそうになる」、「贈り物をした相手の人が喜ぶ様子を見るのが好きだ」、「まわりの方が悩んでいても平気でいられる(反転)」、「まわりが興奮していても、平静でいられる(反転)」(1:全くあてはまらない~7:とてもあてはまる) ($\alpha=.52$).
 - 5) 向社会的行動尺度: 菊池 (1988)の向社会的行動尺度(大学生版)より抜粋した以下の6項目の平均値を用いた。「お店で、渡されたおつりが多かったとき、注意してあげる」、「何か探している人には、こちらから声をかける」、「酒に酔った友人などの世話をする」、「バスや列車で、立っている人に席をゆずる」、「友人のレポート作成や宿題を手伝う」、「見知らぬ人がハンカチなどを落としたとき、教えてあげる」(1:全くしない~5:いつもする) ($\alpha=.61$).
 - 6) 集団アイデンティティ: 以下の2項目の平均値とした。「自分の出身中学や出身高校を誇りに思う」、「自分の学校の悪口を言われると腹が立つ」($r=.52$).
 - 7) 効力感: 以下の3項目で測定し、平均値を用いた。「自分一人がクーラーの使用を控えても地球温暖化を防ぐには役に立たないと思う(反転)」、「自分のごみを捨てなければ、学校がきれいに保たれると思う」、「自分一人ぐらい投票に行かなくても、選挙結果には関係がないと思う(反転)」(1:全くそう思わない~7:強くそう思う) ($\alpha=.57$).
 - 8) 未来傾斜尺度: 高橋 (1997)の未来傾斜尺度より抜粋した次の2項目の平均値を用いた。「『石の上にも3年』という格言が好きだ」、「将来のことを思えばどんな苦しみにも耐えられる」(1:全くあてはまらない~7:とてもあてはまる) ($r=.47$).
 - 9) 粘り強さ: 以下の3項目の平均値とした。「困難な状況にも、逃げずに立ち向かう方だ」、「あきらめは早い方だ(反転)」、「粘り強い方だ」(1:全くそう思わない~7:強くそう思う) ($\alpha=.72$).
 - 10) フリーライド傾向: 以下の4項目の平均値とした。「面倒なことでも自分から進んで行う方だ(反転)」、「何事も他人に任せる方だ」、「給料が同じなら、必要以上に働きたくない」、「掃除当番などの義務はなるべく避けたい」(1:全くそう思わない~7:強くそう思う) ($\alpha=.68$).

2.3.2 事後質問紙

事後質問紙では、実験の説明が理解できたか、不審な点はなかったか、などの確認と共に、様々な実験中の思考、行動意図について質問した。因子分析の結果に基づいて、実験中の協力傾向、移動傾向に影響していそうな以下の尺度を作成した。

- 1) 非協力・利益重視志向：以下の5項目の平均値を用いた ($\alpha=.85$)。「自分だけ資源を提供すると損をするので、それを避けようと思いましたか」、「資源を提供しないことで自分の利益を増やそうと思いましたか」、「他のメンバーが資源を提供しなかったとき、自分も提供したくないと思いましたか」(以上、1：全く思わなかった～7：強くそう思った)、「実験中、できるだけたくさんのお金を得ようと努力しましたか」(1：全く努力しなかった～7：非常に努力した)、「ゲーム中、『なるべく自分の利益をあげることにどの程度関心があったか』(1：全く関心がなかった～7：非常に関心があった)。
- 2) 集団利益志向：以下の4項目の平均値を用いた ($\alpha=.72$)。「あなたが資源を提供すれば、グループ全体の利益が上がると思いましたか」、「他のメンバーが資源を提供したとき、自分も提供するいいチャンスだと思いましたか」(以上2つ、1：全く思わなかった～7：強くそう思った)、「ゲーム中、『自分のグループの利益をあげることにどの程度関心があったか』、「ゲーム中、『他のグループより利益をあげることにどの程度関心があったか』(以上2つ、1：全く関心がなかった～7：非常に関心があった)。
- 3) 他者評価懸念：「グループのメンバーとして、他のメンバーに嫌がられないことを重視しましたか」(1：全く重視しなかった～7：非常に重視した)。
- 4) 応報的協力期待：「あなたが資源を提供すれば、グループのメンバーも提供すると思いましたか」(1：全く思わなかった～7：強くそう思った)。
- 5) 信頼形成感：「同じメンバーでゲームをしていると、信頼関係ができてくると思いましたか」(1：全く思わなかった～7：強くそう思った)。
- 6) 所属集団好意度：移動なし条件では所属集団について、その他の3条件については「とくに長く所属していたグループ」について聞いた以下の6項目の平均値を用いた ($\alpha=.86$)。「そのグループの居心地がよいと思いましたか」、「そのグループは他のグループと比べて優れていると思いましたか」(以上2つ、1：全く思わなかった～7：強くそう思った)、「そのグループにどれくらい愛着を感じていましたか」(1：全く感じなかった～7：強く感じた)、「そのグループのメンバーはどんな人たちだと思うか」について「1：信頼できない～7：信頼できる」、「1：非協力的～7：協力的」、「1：好ましい～7：好ましくない(反転)」。
- 7) メンバー選択願望：以下の2項目の平均値を用いた ($r=.49$)。「資源を提供する人たちと一緒にグループになりたいと思いましたか」、「他のメンバーが資源を提供しなかった時、他のグループに移りたいと思いましたか」(1：全く思わなかった～7：強くそう思った)。
- 8) 利益追求移動意図：(移動なし条件以外の3条件のみで測定)「次のことがらは、あ

なたの移動の理由にどの程度あてはまりますか」という問に対する、次の2項目「他のグループの利益が高かったから移動した」、「利益が下がってきたから移動した」に対する回答（1：全くあてはまらない～7：非常にあてはまる）の平均値とした（ $r=.34$ ）。

3. 結果

事前質問、事後質問に関しては、明確な条件の効果についての仮説をあらかじめ設定していなかった。従来の知見や、本プロジェクトにおける「移動型トリガー戦略」存在の想定から、いくつかの予測を立てることが可能だが、煩雑さを避けるため仮説の節を設けず、探索的な分析結果と共に、それらの予測が支持されたかどうかを解釈していくこととする。

3.1 行動戦略の指標

まず、質問項目との関係を見ていくことになる実験参加者の行動戦略の指標、並びに周辺環境の指標を算出した。本論文では主に以下の指標との関係を検討した。

1) 個人協力率：

各実験参加者が計50回（5ステージ×10ラウンド）の協力／非協力の意思決定の機会のうち、何度協力行動を選択したかの率を算出した。個人の協力傾向の指標と言える。ただし、1人グループになった時には協力／非協力の意味がないので、その場合、そのラウンドは計算から除外した。

2) 平均周辺協力率：

社会的ジレンマ実験という性格上、実験参加者の意思決定は他者の意思決定の影響を受ける。各参加者は計50回の意思決定をすると同時に、所属グループの他メンバーのうち何人が協力したか（これを周辺協力率と呼ぶ）も同じ数だけ知ることとなる。ただし、最後の周辺協力率は個人協力率には影響しないので、計49回の周辺協力率を平均して指標とした。実験を通して、各実験参加者がどれだけ恵まれた環境にあったかの指標と言える。

3) トリガー戦略度：

各実験参加者が「周辺協力率が高いほど自分も協力行動を取りやすい」というトリガー傾向を持っていたかの指標である。移動あり条件ではラウンドごとに移動が行われメンバーが入れ替わるため、ラウンドごとに周辺協力率が大きく変わる可能性がある。そこで、「ラウンドごとの平均周辺協力率」と「ラウンドごとの個人協力率」との相関係数を「トリガー戦略度」と定義した²⁾。ただし、各ラウンド最後の周辺協力率は、移動のため次の協力／非協力の決定に影響を与えず、また、各ラウンド初回の個人の協力／非協力の決定は、移動のため前回の周辺協力率に影響を受けないと考えられるため、算出に用いる「ラウンドごとの平均周辺協力率」は第1～4ステージの周辺協力率の平均とし、「ラウンドごとの個人協力率」は第2～5ステージにおける協力率とした³⁾。その結果、ラウンドごとの個人協力率が全て0（全て非協力）、あるいは全て1（全て協力）の参加者については、相関が計算できないため、トリガー戦略度を扱う時にはそれらの参加者を除外した（ $n=130$ ）。

4) 移動率：(移動なし条件以外の3条件においてのみ)

実験参加者が計9回のグループ移動の機会のうち、何度実際に移動したかの率を算出した。

3.2 協力率の規定因(従来¹⁾の知見の確認)

本プロジェクトの主目的を検討する前に、どのような人が協力率が高いのかを確認するため、個人協力率と心理的個人特性、実験中の行動意図との関係を検討した。ジレンマ実験における従来¹⁾の知見との整合性の確認ともなる。

表1：個人協力率と個人特性(事前質問)との相関 (n=134)

| | |
|------------|--------------|
| 一般的信頼 | .08 |
| 用心深さ | -.11 |
| 他者協力期待 | -.02 |
| 共感性 | -.19* |
| 向社会的行動 | .06 |
| 集団アイデンティティ | .03 |
| 効力感 | .25** |
| 未来傾斜 | .05 |
| 粘り強さ | -.04 |
| フリーライド | -.19* |

** $p < .01$, * $p < .05$

表2：個人協力率と行動意図(事後質問)との相関 (n=134)

| | |
|------------|----------------|
| 非協力・利益重視志向 | -.50*** |
| 集団利益志向 | .43*** |
| 他者評価懸念 | .23** |
| 応報的協力期待 | .37*** |
| 信頼形成感 | .22** |
| 所属集団好意度 | .06 |
| メンバー選択願望 | -.08 |
| 利益追求移動意図 | -.14 |

*** $p < .001$, ** $p < .01$

まず、個人特性との関係に関しては表1のような結果となった。トリガー戦略を仮定するならば、他者も協力すると予測する人ほど自分も協力するようになると考えられるため

- 1) 一般的信頼が高い人ほど、
- 2) 用心深さが低い人ほど、
- 3) 他者の協力期待が高い人ほど、協力率が高いだろう

と予測していたが、支持されなかった。

また、他者や所属集団の利得への配慮が協利行動につながると考えられるため、

- 4) 共感性が高い人ほど、
- 5) 向社会的行動得点が高い人ほど、
- 6) 集団アイデンティティが高い人ほど、協力率が高いだろう

と予測していたが支持されず、共感性に関しては逆の相関が見られた ($r = -.19, p < .05$)。共感性は他者の利得への配慮を促すものと考えていたが、用いた尺度が他者の行動に対する情動的鋭敏さのようなものを測定していたために、共感性が高い人ほど他者の非協利行動に敏感に反応したためと考えられる。

次に、効力感が高い人は、自分の協利行動の影響力を高く認知すると考えられるため、

- 7) 効力感が高い人ほど、協力率が高いだろう

と予測しており、その予測は支持された ($r = .25, p < .01$)。また、

8) 未来傾斜得点が高い人ほど

9) 粘り強い人ほど，協力率が高いだろう

と予測していた。これは，このような人は一時的な損失には耐えても，自分から協力をもちかけることで他者が協力行動で応えてくるのを待つ可能性があると考えたためであるが，その予測は支持されなかった。

最後に，日常の社会的ジレンマ状況でのフリーライド傾向と実験状況でのフリーライド傾向とは一致すると考えられるため，

10) フリーライド傾向の高い人ほど，協力率が低いだろう

と予測しており，その予測は支持された ($r=-.19, p<.05$)。

一般的に，予測が支持されなかったのは，事前質問紙には，様々な個人特性を日常生活の他の文脈で問い，測定しようとした尺度が多く，社会的ジレンマという特殊な実験状況での行動を予測できなかったためと考えられる。

個人協力率と実験中の行動意図との関係は，表2のような結果となった。

社会的ジレンマ実験では個人の利益を重視すれば非協力を選択することになるので，

1) 非協力・利益重視志向⁴⁾が高い人ほど，協力率が低いだろう⁵⁾

と予測でき，これは支持された ($r=-.50, p<.001$)。実験の構造を参加者がきちんと理解していたことを示す結果と言えるだろう。

また，そのような状況においても，個人の利益ではなく，集団全体の利益をあげることや，他者に迷惑をかけないことを目的とする人がいるならば，協力行動を取るであろうから，

2) 集団利益志向の高い人ほど，

3) 他者評価懸念の高い人ほど，協力率が高いだろう

と予測しており，これもその通りの結果であった (それぞれ， $r=.43, p<.001$ ， $r=.23, p<.01$)。

次に，他者がトリガー戦略を取ると考え，自分の協力行動で他者の協力行動を引き出そうとする人がいるならば，

4) 応報的協力期待が高い人ほど，協力率が高いだろう

と予測でき，その予測も支持された ($r=.37, p<.001$)。

また，協力行動，あるいはトリガー戦略によって共栄状態が達成される場合があるならば，そこに信頼が形成されたと感じ，協力しやすくなるので，

5) 信頼形成感が高い人ほど，協力率が高いだろう

と予測でき，その通りの結果となった ($r=.22, p<.01$)。

残りの変数に関しては，個人協力率との相関は見られなかったが，これは，本人が協力傾向にあらうが非協力傾向にあらうが，メンバーに恵まれれば「所属集団への好意度」は高くなるものであり，また，「メンバー選択願望」，「利益追求移動意図」に関しても，やはり本人の協力傾向には寄らないと解釈できる。

総じて，個人協力率と行動意図との関係は予測どおりであり，参加者の実験中の意図や思考が，研究者の考えるものとかげ離れていないことを保証するものと考えられる。

3.3 「移動型トリガー戦略」は存在したか

次に、本実験の目的である、「移動型トリガー戦略」の存在の確認と、その戦略を取る人の特性の検討を行った。

3.3.1 「トリガー戦略」の存在確認

まず、「移動型」であるかどうかは問わず、実験参加者が、他者の協力率に応じて自分も協力的行動を取る「トリガー戦略」を取っていたと言えるのかどうかを確認した。

第一に、全体として、多くの人が「トリガー戦略」を取っていたのであれば、実験を通して協力的な他者に恵まれていた人ほど、協力率が高くなるはずであると考え、平均周辺協力率と個人協力率の相関を検討したところ、正の相関が見られた ($r=.32, p<.001$, 表 8 の「全体」の項参照)。ここから、比較的多くの人が「トリガー戦略」を取っていたことが推定される。

次に、3.1 で算出した個人別のトリガー戦略度 (ラウンドごとの平均周辺協力率と個人協力率の相関) の分布を確認した。図 1 から分かる通り、分布は 0 以上に偏っていた (平均: $r=.35$, 標準偏差: 0.31 , 最小値 $r=-.54$ ~最大値 $r=.86$)。このことは、かなり多くの参加者が、ラウンドごとに所属グループの他メンバーの協力率が高ければ自分も協力するという「トリガー戦略」を取っていたことを意味する。

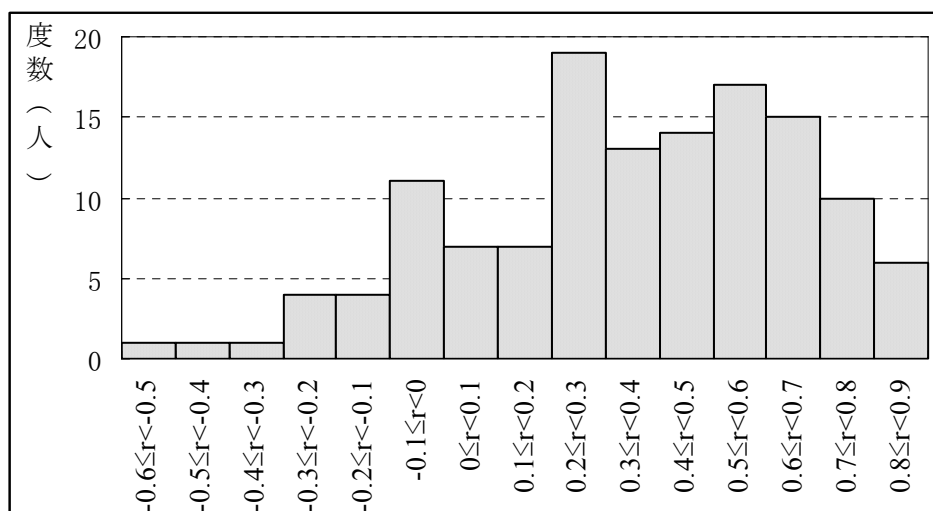


図 1 : トリガー戦略度 (ラウンドごと平均周辺協力率とラウンドごと個人協力率の相関) の分布 ($n=130$)

3.3.2 「トリガー戦略」者の特徴

本実験では「トリガー戦略」を取っていた人が多かったことが分かったが、では、「トリガー戦略」を取っていた人はどのような人だったのだろうか。

まず、実験参加者全体で、トリガー戦略度と個人協力率には正の相関が認められた ($r=.29, p<.01$, 表 10 の「全体」の項参照)。

次に、トリガー戦略度と心理的個人特性との相関を見た結果、表 3 のような結果になり、一般的信頼尺度、未来傾斜尺度との間に正の相関傾向が見られた (それぞれ、 $r=.15, p<.10$, $r=.15, p<.10$)。

これらの結果から、「トリガー戦略」を取っていた人は、一般的信頼が高く、将来志向型の基本的に協力傾向にある人であることが確認できた。

表3：トリガー戦略度と個人特性（事前質問）との相関（ $n=130$ ）

| | |
|------------|------------------|
| 一般的信頼 | .15 ⁺ |
| 用心深さ | -.06 |
| 他者協力期待 | .07 |
| 共感性 | .06 |
| 向社会的行動 | .08 |
| 集団アイデンティティ | .01 |
| 効力感 | .02 |
| 未来傾斜 | .15 ⁺ |
| 粘り強さ | .04 |
| フリーライド | .02 |
| | + $p<.10$ |

3.3.3 「移動型トリガー戦略」の存在確認

次に、「移動戦略」と「トリガー戦略」の組み合わせとしての「移動型トリガー戦略」なるものが存在していたかどうかを検討した。もし、「トリガー戦略」は「移動戦略」と組み合わせることによってはじめて実社会における適応価を持つのであれば、「移動型トリガー戦略」という1つの戦略として存在している可能性がある。そこで、移動あり3条件の参加者全体で、トリガー戦略度と移動率との相関を見たところ、「トリガー戦略を取る人ほど移動率が高い（あるいは、移動率が高い人ほどトリガー戦略を取る）」という傾向は見られなかった（ $r = -.09, ns$, 表10の「全体」の項参照）。少なくともこの実験環境では、「非移動型トリガー戦略」よりも「移動型トリガー戦略」を取る人の方が多かったということはなさそうである。しかし、トリガー戦略度と移動率の相関がないということは、「トリガー戦略」と「移動戦略」を独立に取った結果としての「移動型トリガー戦略」は存在したと考えられる。

3.3.4 「移動戦略」者の特徴

トリガー戦略度とは無関係に存在する「移動戦略」を取る人の特徴を確認した。移動率が高い人がどのような人かを検討するために、移動率と個人協力率等の指標、心理的個人特性、実験中の行動意図との相関を算出した。

個人協力率、平均周辺協力率、利得に関しては、表4の通り、移動あり3条件全体として移動率との相関は見られなかった。つまり、「協力的な人ほど移動しやすい」、「グループメンバーの協力を恵まれなかった人ほど移動しやすい」といった傾向は見られなかった。表4に参考までに条件ごとの相関係数を載せたが、利得がコスト高条件、コスト低条件で移動率と負の相関にあるのは、コストを払って移動したことによるだろう。

個人特性に関しては、表5から分かる通り、未来傾斜得点が高いほど移動率が低いという相関傾向が見られた（ $r = -.17, p < .10$ ）。これは、将来志向の人ほどあきらめずに、グループ

メンバーが協力行動を取ることを期待して移動しなかった結果と解釈ができるかもしれない。しかし、その他の個人特性と移動率との明確な関係は見られなかった。

また、実験中の行動意図との関連でも、表6のように、移動率との明確な関係は見られなかった。

このように移動率を規定する要因が明らかでないのは、協力傾向にある人も非協力傾向にある人も含めて、移動の意図は様々であったこと、さらに本実験では、実験参加者が同時に移動の意思決定をするため、意図を持って移動した先で一緒になりたかったメンバーとは異なる人たちと一緒にいる可能性、移動しなかったのに他メンバーの移動によりメンバーが入れ替わる可能性などがあるために、移動意図が直接、移動行動に結びつきにくい実験状況であったと考えられる。その意味で、真の「選択的」移動ができない実験状況であったと言えるだろう。

表4：移動率と個人協力率，平均周辺協力率，利得との相関

| | 全体 n=102 | コスト高 n=34 | コスト低 n=34 | コストゼロ n=34 |
|---------|-------------|---------------|--------------|---------------|
| 個人協力率 | .04 | .16 | .15 | -.15 |
| 平均周辺協力率 | .03 | .27 | -.01 | -.21 |
| 利得 | .03 | -.51** | -.43* | -.12 |

** $p < .01$, * $p < .05$

表5：移動率と個人特性（事前質問）との相関（n=102）

| | |
|------------|-------------------------|
| 一般的信頼 | .15 |
| 用心深さ | -.04 |
| 他者協力期待 | .08 |
| 共感性 | -.01 |
| 向社会的行動 | .00 |
| 集団アイデンティティ | .14 |
| 効力感 | -.11 |
| 未来傾斜 | -.17⁺ |
| 粘り強さ | -.02 |
| フリーライド | -.10 |

⁺ $p < .10$

表6：移動率と行動意図（事後質問）との相関（n=102）

| | |
|------------|------|
| 非協力・利益重視志向 | -.01 |
| 集団利益志向 | -.06 |
| 他者評価懸念 | -.08 |
| 応報的協力期待 | .02 |
| 信頼形成感 | -.05 |
| 所属集団好意度 | -.00 |
| メンバー選択願望 | .16 |
| 利益追求移動意図 | -.01 |

全て *ns*

3.4 「トリガー戦略」に及ぼす移動条件の効果

前節の分析の通り、「移動戦略」と「トリガー戦略」との間に関係は認められず、「移動型トリガー戦略」という固有の戦略を持つ人の特徴は明らかにならなかった。しかし、それは本実験の特殊な実験状況においての話である。「移動型トリガー戦略」傾向というのは、いつでもにおいても発動するような凝り固まった個人的特性ではなく、人々が有効であると考えた状況において選択的に採用する戦略であると考えられる。

そこで、本節での分析では、本実験の移動条件の影響を検討した。もし、本プロジェクトの推測通り、社会的ジレンマ問題は、「トリガー戦略」だけでは解決できないが、選択的移動と組み合わせることによって解決されていると考えるならば、実験参加者は、移動なし条件よりも、移動あり条件において「トリガー戦略」を採用する可能性がある。そこで、以下のような仮説を立て、検討した。

仮説：「移動なし条件よりも、移動あり条件において『トリガー戦略』が多く採用されるだろう」

3.4.1 移動条件の操作チェック

仮説の検討を行う前に、移動条件が何を操作していたかを確認した。移動率、個人協力率、利得と実験中の行動意図に条件ごとの平均値差が見られるかどうかを検討した。その結果が表7である。

表7：条件ごとの移動率、個人協力率、利得、行動意図（事後質問）の平均値（標準偏差）

| | 移動なし <i>n</i> =32 | コスト高 <i>n</i> =34 | コスト低 <i>n</i> =34 | コストゼロ <i>n</i> =34 | <i>F</i> |
|----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 移動率 | — | 0.20 ^a (1.15) | 0.33 ^b (0.18) | 0.67 ^c (0.19) | 67.46^{***} |
| 個人協力率 | 0.37 (0.23) | 0.35 (0.20) | 0.29 (0.19) | 0.35 (0.22) | 0.83 |
| 利得 | 1369 ^b (229) | 1232 ^a (148) | 1220 ^a (109) | 1321 ^{ab} (137) | 6.54^{***} |
| 非協力・利益重視 | 5.21 (0.97) | 5.49 (1.17) | 5.49 (1.35) | 5.73 (0.97) | 1.16 |
| 集団利益志向 | 4.76 (1.21) | 4.21 (1.40) | 4.56 (1.36) | 4.19 (1.45) | 1.38 |
| 他者評価懸念 | 3.28 (1.46) | 2.76 (1.60) | 2.38 (1.61) | 2.71 (1.57) | 1.86 |
| 応報的協力期待 | 4.31 (1.47) | 3.74 (1.54) | 4.39 (1.75) | 4.47 (1.76) | 1.42 |
| 信頼形成感 | 3.06 (1.48) | 3.62 (1.91) | 3.44 (2.02) | 3.41 (1.71) | 0.53 |
| 所属集団好意度 | 3.14 (1.16) | 3.52 (1.36) | 3.72 (1.07) | 3.56 (1.09) | 1.36 |
| メンバー選択願望 | 4.45 ^a (1.48) | 5.10 ^a (1.46) | 5.57 ^b (1.62) | 5.79 ^b (1.28) | 5.38^{**} |
| 利益追求移動意図 | — | 4.20 (1.50) | 4.27 (1.72) | 4.13 (1.63) | 0.06 |

p*<.01, *p*<.001; 異なるアルファベットは *p*<.05 で差があることを意味する

移動ありの3条件のみで、移動率に条件による差があるかどうかを分散分析で検定した結果、条件による効果が認められ ($F(2, 99)=67.46, p<.001$)、事後検定の結果、全ての条件の間に有意水準5%で差が見られ、コスト高条件 ($M=0.20$) < コスト低条件 ($M=0.33$) < コストゼロ条件 ($M=0.67$) の順に移動率が高かった。また、個人協力率には条件の影響は認められなかった ($F(3, 130)=0.83, ns$) が、利得には条件の効果があり ($F(3, 130)=6.54, p<.001$)、事

後検定の結果、移動なし条件 ($M=1369$) よりもコスト高条件 ($M=1232$) , コスト低条件 ($M=1220$) の利得が低かった。これは移動に伴って支払ったコストのためと考えられる。

また、行動意図に関しては、メンバー選択願望に条件の効果があり ($F(3, 130)=5.38, p<.01$)、事後検定の結果、移動なし条件 ($M=4.45$) , コスト高条件 ($M=5.10$) よりも、コスト低条件 ($M=5.57$) , コストゼロ条件 ($M=5.79$) の方が、メンバー選択願望が強かった。これは、移動の機会が多く与えられている程、メンバー選択の可能性を強く意識したためと考えられる。以上から、本実験の実験条件は「グループ移動のしやすさ」を操作していたことが確認できた。

3.4.2 「トリガー戦略」に及ぼす移動条件の効果

次に、仮説を検証するための1つの方法として、まず、条件ごとに平均周辺協力率と個人協力率との相関を見た。その結果、表8の通り、移動なし条件においてのみ相関が見られなかった ($r=.01, ns$)。これは、移動のない条件では、協力的他者に恵まれていた人ほど協力率が高いという全体傾向が見られなかったということである。移動がない状況において「トリガー戦略」があまり取られなかったことを示すものであり、仮説と一致する結果である。

表8：条件ごとの平均周辺協力率と個人協力率との相関

| 全体 | 移動なし | コスト高 | コスト低 | コストゼロ |
|---------------|--------|-------------|--------------|--------------|
| $n=134$ | $n=32$ | $n=34$ | $n=34$ | $n=34$ |
| .32*** | .01 | .37* | .44** | .50** |

*** $p<.001$, ** $p<.01$, * $p<.05$

次に、算出した個人のトリガー戦略度に条件による平均値の差が見られるかどうかを分散分析で検討した。表9から分かる通り、条件の効果が認められ ($F(3, 126)=2.85, p<.05$)、事後検定の結果、移動なし条件 ($M=0.21$) よりも、コスト高条件 ($M=0.43$) の方がトリガー戦略度が高いという結果になった。移動なし条件とコスト低条件 ($M=0.37$) , コストゼロ条件 ($M=0.36$) の間には、有意な差が認められなかったが、コスト高条件、コスト低条件、コストゼロ条件の移動あり3条件をまとめて、移動なし条件と移動あり条件でトリガー戦略度に差があるかどうかをt検定で検討した結果、移動なし条件 ($M=0.21$) よりも、移動あり条件 ($M=0.39$) の方が、トリガー戦略度が高かった ($t(128)=-2.76, p<.01$)。

表9：条件ごとのトリガー戦略度（ラウンドごと平均周辺協力率とラウンドごと個人協力率の相関）の平均値（標準偏差）

| 移動なし | コスト高 | コスト低 | コストゼロ | F |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|
| $n=31$ | $n=34$ | $n=32$ | $n=33$ | |
| 0.21 ^a (0.23) | 0.43 ^b (0.31) | 0.37 ^{ab} (0.38) | 0.36 ^{ab} (0.27) | 2.85* |

* $p<.05$; 異なるアルファベットは $p<.05$ で差があることを意味する

以上の結果から、移動なし条件よりも、移動あり条件において「トリガー戦略」が多く採用されるという仮説はほぼ支持されたと言えるだろう。

3.4.3 移動なし条件でトリガー戦略が取られにくい理由

それでは、なぜ、移動なし条件では「トリガー戦略」が採用されにくかったのであろうか。我々は、移動のない社会的ジレンマ状況では、「トリガー戦略」が有効でないからと考えた。つまり、制裁のために非協力行動を選択すると、かえって他の協力行動選択者にとっては非協力者が1人増えただけのことになり、結局、共貧状態に陥ってしまうという可能性である。しかし、選択的移動が可能な状況であれば、協力者同士が取引する可能性が増えるため、「トリガー戦略」が有効であるかもしれないと考えた。これは理論的な予測であるが、実際に実験参加者がこのように考えて「トリガー戦略」を採用したりしなかったりしたのかどうかは分からない。そこで、移動条件ごとに、どのようなことを考えた人が「トリガー戦略」を取っていたのかを検討するため、条件ごとにトリガー戦略度と協力率その他の指標、行動意図との相関を見た。その結果が表10である。

表10：トリガー戦略度と個人協力率その他の指標、行動意図（事後質問）との条件別相関

| | 全体 n=130/99 | 移動なし n=31 | コスト高 n=34 | コスト低 n=32 | コストゼロ n=33 |
|------------|------------------------|----------------|------------------------|--------------|---------------|
| 個人協力率 | .29** | .02 | .47** | .40* | .22 |
| 平均周辺協力率 | -.03 | -.58*** | .26 | .17 | .15 |
| 移動率 | -.09 | -- | -.09 | -.05 | -.01 |
| 利得 | -.25** | -.53** | -.16 | -.07 | -.03 |
| 非協力・利益重視志向 | -.00 | -.05 | -.19 | .21 | -.27 |
| 集団利益志向 | .31*** | .14 | .48** | .49** | .21 |
| 他者評価懸念 | .10 | -.05 | .20 | .14 | .24 |
| 応報的協力期待 | .16⁺ | -.07 | .31⁺ | .23 | .18 |
| 信頼形成感 | .30*** | .11 | .39* | .21 | .40* |
| 所属集団好意度 | .17⁺ | -.29 | .19 | .14 | .51** |
| メンバー選択願望 | .15⁺ | .38* | -.01 | .07 | .04 |
| 利益追求移動意図 | -.04 | -- | -.27 | -.09 | .23 |

*** $p < .001$, ** $p < .01$, * $p < .05$, + $p < .10$

表10から分かるように、移動なし条件では、他の移動あり3条件とかなり傾向が異なることが見て取れる。3.3.2で行った「トリガー戦略」者の特徴とも一貫して、全体的に見ると、トリガー戦略度の高い人は協力傾向にある人である（個人協力率と正相関、 $r = .29, p < .01$ ）。集団利益志向の人ほど（ $r = .31, p < .001$ ）、他者への応報的協力期待が高いほど（ $r = .16, p < .10$ ）、トリガー戦略度が高く、その結果、メンバーとの間に信頼形成感を感じ（ $r = .30, p < .001$ ）、所属集団への好意度も高い（ $r = .17, p < .10$ ）。これらの関係は、条件別に見たとき、移動ありの3条件ではおおむね一貫して認められる（サンプル数の影響もあって全てが有意な結果とはならないが）。しかし、移動なし条件では、これとは明らかに異なる関係が見られた。移動なし条件では、トリガー戦略度と個人協力率には関係が認められず（ $r = .02, ns$ ）、トリガー戦略を取ると言うのに、他者への応報的協力期待は高くなっていない（ $r = -.07, ns$ ）。その結果、トリガー戦略度の高い人は、信頼形成感も感じず（ $r = .11, ns$ ）、所属集団へは有意では

ないものの非好意的である ($r = -.29, ns$) .

このような「トリガー戦略」者の傾向に関する、移動の有無による違いは、なぜ生じているのだろうか。ここで解釈の鍵となるのが、移動なし条件でのみ明確に認められる、トリガー戦略度と平均周辺協力率、利得との負の相関である（それぞれ、 $r = -.58, p < .001$, $r = -.53, p < .01$ ）. 特に、平均周辺協力率との相関は、他の移動あり条件では、有意ではないものの相関は正方向であるのにである。これは次のように解釈できる。

移動が可能な条件では、移動という形でメンバー選択が可能である。そのため、共栄状態が望ましいと思う参加者は、非協力的なメンバーと同一グループになった時には、そのラウンドは自分も非協力行動を取って搾取されるのを避けることに努め、次に違うメンバーと協力関係を築くことに賭けることになる。そのため、あきらめたラウンド内では共貧状態に陥るかもしれないが、1セッションの中に、ある程度の「トリガー戦略」者が存在すれば、そのようなメンバーと同一グループになった時には共栄状態を達成できるため、全体を通して見れば、「トリガー戦略」者は周辺協力率に恵まれる可能性もある。そして、それ故に「トリガー戦略」者の協力率は高くなる。

一方、移動のない条件では、最初に協力的なメンバーに恵まれない限り、他者の非協力に対して「トリガー戦略」で対抗すると、それが新たな他者の非協力行動を生み、共貧状態から抜け出すことができない。そのため、トリガー戦略を取る人ほど、望まざるにも関わらず周辺協力率を自ら下げることになり、利得が低くなってしまう。そのような状態では、「トリガー戦略」者は協力行動を取れず、他者の協力期待も信頼形成感も持てず、所属集団へは好意が抱けない。そして、許されていないメンバー選択願望だけが強くなる（トリガー戦略度とメンバー選択願望との相関は、移動なし条件のみで有意であった、 $r = .38, p < .05$ ）.

このように解釈すれば、「トリガー戦略」を取った実験参加者が、移動なし条件では共貧状態に陥っていく不本意な感覚を敏感に感じ取った一方、移動あり条件では、我々の想定した通り協力的メンバー同士での取引を経験することができたのであり、それ故に、「トリガー戦略」自体、移動なし条件よりも移動あり条件において採用されやすかったと考えることができるであろう。

3.5 「移動型トリガー戦略」の有効性

本実験では、「移動型トリガー戦略」が存在するかどうかの検討を目的としていたが、最後にその戦略が有効に機能していたか、利得の点から確認しておく。表 10 の利得との相関からも分かる通り、「トリガー戦略」は、移動できない状況で行うよりは、移動できる状況で行った方が利得の面でも「まし」なことは分かるが、しかし、決して「トリガー戦略」を取るほど利得が高いということにはなかった。また、「移動戦略」者に関しても、表 4 から分かる通り、特に移動コストのかかる条件では、利得の面では損をしていたことが分かった。つまり、少なくとも本実験の実験状況の中では、「移動型トリガー戦略」は利得の面で有効であったとは言えないことが分かった。

4. 考察

4.1 「移動型トリガー戦略」の存在と有効性

本実験では、「移動型トリガー戦略」の存在の確認を目的としていた。本論文の分析の結果、「トリガー戦略」に関しては、大半以上の実験参加者が採用していたことが分かった。このことは、他者の協力には協力で、他者の非協力には非協力で対応するという戦略が、多くの人々がすぐに思いつく戦略であること、あるいは、日常生活の中でその戦略の有効性を知り、既に身につけている戦略であることを意味するだろう。「移動戦略」に関しては、特に「トリガー戦略」と組み合わせさせて存在したわけではないが、それなりの移動率が確保されていた（コスト高条件で20%～コストゼロ条件で67%）。ただし、これは、移動の機会をかなり明示的に与えていた本実験の特徴によるもので、この移動率の大きさによって「移動戦略」の存在の有無を議論してもあまり意味はない。

それよりも興味深いのは、移動の機会が与えられた場合と、与えられなかった場合によって、「トリガー戦略」の意味するもの、さらには採用のされ方が異なっていた点である。移動のない条件では、「トリガー戦略」が共貧状態に結びついてしまうらしい様子が見られた。これは、社会的ジレンマ状況では「トリガー戦略」が有効ではないという従来の知見と一致する結果である。一方、移動の機会が与えられた条件では、「トリガー戦略」がそれなりの周辺協力率に恵まれ、自らの協力傾向を保ち、メンバーへの信頼感を形成するのに役立っているらしい様子が見られた。これは、本プロジェクトの推測通り、選択的移動が加わることによって「トリガー戦略」が社会的ジレンマ状況に有効であることを示したもので、と言えるかもしれない。結果として、「トリガー戦略」が移動機会のある条件において、より多く採用されていたということは、「移動型トリガー戦略」というものが確かに存在していたということであると考えられるだろう。

しかし、よく考えてみると、本実験でこのような移動機会の効果が見られたことには、不思議な点もある。選択的移動によって、本当に取引他者を選択できるのであれば、協力者同士が同一集団に所属して共栄状態を達成することもできるであろう。しかし、本実験の設定では、移動の際に、今まで協力率の高かった集団を選択することはできるが、全ての実験参加者が同時に移動の意思決定をし、非協力者も望ましい集団を選択するため、移動した先の集団が、以前のまま望ましい集団である保証は全くない。そこで、実際には裏をかくような移動戦略（利得の低い集団を選択するなど）も存在したのである（移動戦略の詳細については他の論文を参照されたい）。そこで、実験参加者それぞれが自分なりの意図を持って移動したとしても、結果としては望ましい集団に所属することはできずに、ランダムに集団をシャッフルしたのと同じであったと考えてみる。すると、何度、移動を繰り返しても、協力的な他者に恵まれる確率は、最初のグループ分けで協力的他者に恵まれる確率と同じはずであり、移動の機会があろうとなかろうと、全体を通しての周辺協力率の期待値は同じはずである。その中で「トリガー戦略」を取れば、共貧状態に陥る確率も同じように思われる。しかし、分析結果を見てみると、「トリガー戦略」者は、移動なし条件よりも移動あり条件において、協力的な他者に恵まれていたのである。

これには、以下の2つの可能性が考えられるだろう。1つには、メンバー選択が難しそう

に見える本実験の設定においても、トリガー戦略者はきわめて適切な判断をして、本当に協力者同士で共栄状態を築きやすい傾向にあったという可能性である。もう1つには、実際にはランダムシャッフルと変わらない移動であったにも関わらず、実験参加者は、移動機会が与えられたというだけで、新しいメンバーへ実際以上の期待を抱くことができ、その期待ゆえに自ら協力的行動を取りやすくなり、期待が正しい方向に働いたという可能性である。真偽のほどは分からないが、本実験の設定を考える限り、前者の可能性だけで見られた条件差を説明するのは難しいように思われる。もし、後者のようなプロセスが働いていたとするならば、この社会で社会的ジレンマの回避に必要なのは、本当に協力的なメンバーを見極めて選択的交際をすることではなく、例えばランダムな移動であっても移動の機会があることで、新しいメンバーが協力的であるかもしれないと期待することなのかもしれない。

本実験では、「移動型トリガー戦略」が利得の面で有利ということは決してなかったが、実際に採用されており、それなりの心理的満足度を生んでいることが分かった。本実験では、グループ数も限られており、前述のようにメンバーを選択することも困難であった。よりグループ数が多く、より意図的に取引相手を決定しやすいような現実の集団においては、実際に「移動型トリガー戦略」が適応価値を持っている可能性もあるだろう。「移動型トリガー戦略」による社会的ジレンマ問題の解決可能性が示唆されるが、それでもやはり、環境問題などのよりグローバルで選択的プレーが困難なジレンマ状況には適応できないであろう点は注意が必要である。

4.2 実験の妥当性と限界

本実験では、実験参加者の行動戦略と、事前質問紙で測定した個人特性、事後質問紙で測定した行動意図との関係においても、おおむね従来の知見と一致する結果であり、また、解釈可能な結果であった。このことは、実験参加者が実験状況を理解し、研究者の想定範囲内の行動を取っていたことを意味し、本実験の社会的ジレンマ実験としての妥当性を保証するものであろう。一部、特に個人特性との関係で予測された結果が見られなかったが、それは主に、質問項目の問題であろう。今後の研究では、このような問題を踏まえて、より適切に実験参加者の意思決定を予測する尺度を工夫する必要があるだろう。

最後に、本論文、並びに本実験に関わる他の論文の知見を解釈するに当たって、注意が必要な問題点を挙げておく。本実験での条件分けは、134人の実験参加者を集め、そこで1人1人をランダムに4つの条件に振り分けたという訳ではない。16人ないし17人ずつの集団実験を行う都合上、参加者の希望をもとに16人ないし17人ずつの参加者を集め、そこに1つずつ条件を割り当てた。そのため、条件によってサンプルに偏りがあったという問題がある。一例として、表11に一般的信頼と効力感、フリーライド傾向との条件ごとの相関係数を載せた。一見して、条件ごとに相関関係が大きく異なるのが分かるが、ここで注意が必要なのは、一般的信頼、効力感、フリーライド傾向はいずれも、事前質問紙内で測定した個人特性である、という点である。事前質問紙であるということは、条件の影響はないはずであり、実験参加者が完全にランダムに条件分けされていれば、各条件内で、同じような相関関係が見られるはずなのである。特に、本実験は、個人個人が統制された環境で条件の操作のみを受け、

独立に反応するというものではなく、1セッションの参加者同士が相互作用するものであった。そのため、条件ごとにサンプルが異質であることの問題は大きいと思われる。当初のサンプルの違いが増幅される可能性もあるためである。したがって、本論文の中で「移動条件の効果」であると解釈した分析結果も、実際には、操作された「移動のしやすさ」の効果ではなく、「もともとのサンプルの特性による偶然の違い」である可能性も否定できない。そのため、本論文では、偶然の結果が出てしまいやすい複雑な多変量解析は行わず、もとの変数間の関係が分かりやすいように、単相関と平均値の記述をするにとどめた。

このような問題を解決し、本実験の知見をさらに確かなものにするには、実験参加者募集の簡便さを求めず、集めた被験者を完全にランダムに条件に振り分けたり、参加者には集団でプレーをしていると思わせるが実際には一人一人コンピューター相手に統制された条件下で意思決定をさせるなどの工夫が必要であろう。

しかし、実際に集団で相互作用させたからこそ見えてきた面白いダイナミズムもあり、「移動型トリガー戦略」を探索的に検証する第一歩としての本実験の意義は大きいと考える。

表 11：条件ごとのサンプルの異質性の問題の例
(一般的信頼と効力感、フリーライド傾向との相関)

| | 移動なし n=32 | コスト高 n=34 | コスト低 n=34 | コストゼロ n=34 |
|--------|--------------|--------------|------------------------|---------------|
| 効力感 | -.01 | .36* | .34⁺ | -.15 |
| フリーライド | -.22 | -.22 | -.62*** | .04 |

*** $p < .001$, * $p < .05$, + $p < .10$

【注】

- (1) 2004年6月実施の実験データのみ使用した。2003年12月実施の同様の実験では、条件ごとに実施大学が異なるなど条件以外の効果が大きいと判断したためである。
- (2) つまり、第1～10ラウンドまでの10個の平均周辺協力率と10個の個人協力率との相関である。ラウンドごとにまとめずに、初回を除いた計49回の個人の意思決定と、その直前の計49回の周辺協力率との関連を指標にする方法もあるであろう。しかし、個人の意思決定は必ずしも直前一回のみの周辺協力率の影響を受けるわけではないかもしれないため、やや大まかに、所属グループの協力傾向とその時の実験参加者自身の協力傾向との関係を指標にした。
- (3) 移動なし条件では、ラウンドごとのグループ移動がないため、ラウンドごとで区切った計算にはそれほど積極的な意味はなく、また、ラウンド初回の意志決定は、前ラウンド最後の周辺協力率にも影響されるはずである。しかし、1つには他の条件と揃えるため、もう1つには、移動はなくとも「ラウンド終了」の画面と直前ラウンドの情報が提示されるので参加者が区切りを意識する可能性もあるため、移動のある他の3条件と同様の算出をした。
- (4) そもそも、非協力志向と利益重視志向が1つの因子としてまとまったということからも、利益を重視した実験参加者ほど非協力行動をとったという証拠である。
- (5) 事後質問紙に関しては、事後的に測定しているため、因果は逆で「実験中、協力率の低かった人ほど、自分の行動の原因を考えると『利益を重視したからだ』と考えた」とも考えられるが、本文では簡単のために、事後質問紙では実験中の意図を正確に思い出すことができたものと考え、「事後質問紙での実験中の意図の回答⇒実験中の行動」という因果のみを記す。事後質問に関する記述は全て同様である。

【文献】

- 加藤隆勝・高木秀明. 1980. 「青年期における情緒的共感性の特質」『筑波大学心理学研究』2, 33-42.
- 菊池章夫. 1988. 『思いやりを科学する－向社会的行動の心理とスキル』川島書店.
- 高橋伸夫. 1997. 『日本企業の意思決定原理』東京大学出版会.
- Yamagishi, T. & Yamagishi, M. 1994. "Trust and commitment in the United States and Japan." *Motivation and Emotion*, 18, 129-166.

社会学における実験アプローチ

—方法論, コンピュータの利用, 実践例—

小山友介

(東京工業大学)

【要旨】

社会学における実験アプローチの意義と独自性を, 社会心理学および経済学の実験アプローチとの比較, 実験とゲーミングシミュレーションの比較をもとに明らかにする. また, 実際に実験を行うに当たって不可欠なコンピュータ化の長所と短所について述べ, ケーススタディとして本科研費プロジェクトの開発プロセスを概説する.

キーワード: 実験経済学, ゲーミングシミュレーション, 価値誘発理論, 開発プロセス, コンピュータを用いた実験

1. はじめに

これまで社会科学は, 「管理された実験が出来ないため, 議論の追試ができない」と言われてきた. この社会科学に対する「常識」が, 徐々に変わりつつある. 2002年度のノーベル経済学賞は, 経済学に実験的手法を採用した先駆者として, Vernon Smith と Daniel Kahneman に与えられた⁽¹⁾. このことに象徴されるように, 社会科学にも徐々に実験的手法が広まることは間違いないだろう. だが, 社会学においては, 実験と言う研究手法はまだ一般に認知されているとは言えず⁽²⁾, 社会学における実験の意義と必要性について, 明確な見解の合意が得られているわけではない. さらに言えば, 実験を実際に設計し, 実施する際に必要な運用ノウハウはまだ未成熟である.

本稿の目的は, 実験を行うにあたって必要不可欠な, 社会学における実験で扱える／扱うべき社会現象とその意義, 実際の運用に必要なノウハウを共有することである. ノウハウの共有にあたって, 視点の異なる3つの議論を集めた. 第2節では, 社会学における実験の意義について述べる. 第3節では, 実際に実験を遂行するにあたって今後不可欠となると思われるコンピュータ利用に関して, プラス面とマイナス面, 実際にかかるコストなど, 実際にコンピュータを用いた実験を行うにあたって知っておく必要があることを述べる. 最後に第4節では, 今回の科学研究費プロジェクトを事例として, 実際の実験設計, 実験システム開発と運用に関するさまざまな諸問題について述べる.

社会科学に実験アプローチが加わることで, これまで不可能であった研究が出来るのは事実である. しかし, 実験は社会科学を「自然科学並み」の厳密性を持つ科学にする救世主ではない. また, 実験にかかる時間的な手間, 経済的コストは膨大であり, 「研究の経済性」を考えると, ありとあらゆる問題を実験すればいいと言うわけではない. あくまでも, 「社会を分析する工具箱に一つ新しいツールが加わった」と解釈すべきである, こと

をここに断っておく。

2. 社会学における実験の位置づけ

社会学では「人々の行為を調べる」際に用いられるアプローチは観察と調査がほとんどであり、実験というアプローチは非常にマイナーである。そのため、社会学研究に資する1アプローチとして実験を位置づけたいなら、扱うことの出来る社会現象が何か、これまでのアプローチにない有用性は何か、を示す必要がある。その際に、隣接学問であり、実験アプローチの利用としては先輩である社会心理学と経済学（実験経済学）での用いられ方を検討することが参考になる。

2.1 実験で扱う社会現象と実験の定義

実験は被験者を集め、実験者が条件をコントロールした人為的環境で行う。そのため、実験で扱うことが出来る社会現象は限られている。本稿では実験が取り扱う社会現象を「複数の人間が相互作用した結果、発生した行為の集積」として表現できるもの」と定義する。こう定義する理由は、以下、経済学および社会心理学で扱われている実験の議論を進める中で明らかにしてゆく。

社会現象に対するこの定義の上で、社会学における実験を「複数の被験者の意志決定の結果発生したさまざまな社会現象に関する結果を、統制を加えた環境下で科学的な目的のために集めることを目的とした行為」と定義する。

「実験環境に人為的な統制を加える」、「存在している現象を観察するのではなく、観察・分析したい現象のデータを直接生み出す」という意味で、実験は事例調査と異なる種類のデータを提供する。また、単なる「意思の表明」ではなく、「実際の行動」のデータを提供すると言う意味で実験は質問紙調査とも異なる（表1）。実験が可能な現象は限られているが、この特徴を有効に使えば、実験は社会現象を解明する一つの重要なツールになる。

表1 他の調査手法との比較

| | 事例調査 | 質問紙調査 | 実験 |
|-------------|------|-------|----|
| データ収集条件の人為性 | | ○ | ○ |
| データの生成 | | ○ | ○ |
| 実際の行動の観察 | ○ | | ○ |

それでは、社会学で研究ツールとして実験をどう用いるのが望ましいのだろうか。議論に当たって、類似の対象にアプローチしている隣接学問である、社会心理学、経済学（実験経済学）、ゲーミングシミュレーションで一般的に行われている方法を比較した後、社会学における実験の意義を議論する。

2.2 社会心理学における実験

末永編（1987）によると、社会心理学は、社会的行動の理解と予測を目的としている。「社

会的」とは、「他者の介在」を意味している(P1). 実験の目的は、「人々が行動する社会的場面に対して研究者の側が人為的な統制を加えたうえで、その人の行動を観察したり、言語報告を求めたりする」ことである(P59). この学問的な性質から、「社会的場面での被験者の意志決定の一般的性質を調べる」ことへと主たる関心は向けられる. 被験者間の相互作用、と言った視点は必然的に弱まることになる.

実験の際にとられる手法としては、(ミルグロムによる権威への服従実験(アイヒマン実験)で有名な)被験者に嘘の実験目的を伝えて被験者の行動を観察したり、偶然モノを落とした風に装ったり、と(次に述べる)実験経済学と比べるとかなり自由度が高い. また、被験者に対する報酬に対しては、記念品程度のこともあり、明確なルールはない.

2.3 経済学(実験経済学)

経済学で実験を行う目的には、社会心理学と同じ趣旨で行う 1)被験者の行動に関する分析に加えて、2)理論モデルの示した結果が人間を用いても得られるかの検証、3)理論の負荷試験(Stress Test)、4)制度の評価、がある. 理論の負荷試験とは、通常のエconomic理論で想定している状態(完全に利己的な個人で構成された市場での完全競争)からどれだけ乖離しても理論が想定する競争均衡に達するかを、被験者を用いて調べるものである. 制度の評価とは、「オークション市場や CO2 排出権取引市場などで理論が想定しているパフォーマンスを発揮できるか」を、実際に被験者を用いて実験することで評価することである. このように、被験者の行動にかなりの合理性が予想出来る経済現象に限定されるものの、被験者間の相互作用とその結果として発生する現象に対する分析と評価を行う点に特徴がある.

また、経済学では、「被験者に金銭的報酬を支払う」ことを実験手続きの正当性の担保として求められる. 金銭的報酬は実験結果に対応した単調増加関数であることが要求される⁽³⁾. この理論的根拠が、「価値誘発理論」である. 価値誘発理論は、実験の被験者に事前に特定した特性(=効用関数の制御)を誘発させるために実験者が報酬手段を適切に使用すること、そのためには報酬が以下の 3 つの条件を満足することを求めている(Friedman and Sunder(1994)).

- ・ 単調性：被験者は少ない報酬より多くの報酬を好み、報酬に飽きたり(欲望が飽和する)ことがあってはならない
- ・ 感応性：報酬は被験者(および他の被験者たち)の行動に依存しなければならず、被験者の理解している制度的ルールに依存していなければならない
- ・ 優越性：実験中の被験者の効用の変化は、主として報酬に由来しなくてはならない

報酬に対するこれらの諸条件が要求される背景は、「定常繰り返し法」と呼ばれる実験手法とも関連している. 定常繰り返し法とは、「被験者に同じ環境での意志決定を繰り返してもらおう」という実験方法である. 実験を始めた段階では被験者は実験環境になれていないし、どのように振る舞うのが自分の利益にかなう合理的行動であるかを理解しているとは限らない. そのため、一回目の意志決定に注目するのではなく、環境について学習した後に意志決

定がどこに収束したかに注目する、と言う実験方法である。

すなわち、報酬に対する価値誘発理論が要求されるのは、同じ環境が繰り返されるなかで被験者が実験中の単調な作業に退屈してしまい、「実験に最善を尽くすことより、いろいろ試すことからくる知的好奇心の満足の方に流れる」ことを防ぐために設定されている条件である、と考えていだろう（繰り返しが学習に必要なだけなら、結果に比例する報酬を用意するインセンティブはない）。さらに言えば、現在では学会誌への論文投稿の必須条件となっており、制度的な要請ともなっている。

2.4 「被験者の真剣さ」の担保問題

実験経済学で「被験者に金銭的報酬を払うことでデータの科学性を担保する」という方法を採用した理由には、先述した「飽き」の問題以外に、経済学という学問領域特有の性質も関連している。すなわち、「経済学が分析の対象としているのが、被験者の主たる行動原理が金銭的動機である現象」であることである。

逆に言えば、「被験者の主たる行動原理が金銭的動機でなくてもよい現象」を実験することが多いと考えられる社会学では、無条件にこの条件を適用できるかは不明である。

事実、社会的ジレンマ問題や最後通牒ゲームのような「公平性や平等原理など、被験者の主たる行動原理が金銭的動機でなくてもよい現象」「他人との相互関係によって、ムキになって（実験に熱中して）真剣に行動する現象」の実験結果では、たとえ実験中に得られた得点に対応した金銭的報酬を払ったとしても、全員が完全に利己的な行動をとるという結果（ナッシュ均衡）が得られることはまれであるし、結果に文化的な差異が見られることもある⁽⁴⁾。また、実験結果に比例的な金銭的報酬を払わなかったときでも、結果は金銭的報酬を払ったときと見分けがつかない。そのため、実験を行うにあたって、「被験者たちを実験の世界に熱中させるだけの作り込みさえあれば、比例的な金銭的報酬にそれほどとらわれなくとも信頼できる結果が得られるはず」と考えることも可能である。

「統制された環境の中で人間が様々な行動をする、その結果に金銭的報酬が伴わない。日常生活への影響もない」現象とは、カイヨワが「遊び」の本質として定義したものと一致する⁽⁵⁾。

「遊び」をベースとし、「楽しさ」を「被験者が熱中する状態」につなぐ回路を作り込むことで、「遊び」を教育や制度設計の研究に取り入れているのがゲーミングシミュレーションである。

2.5 ゲーミングシミュレーションのアプローチ

ゲーミングシミュレーションは「ビジネスゲーム」という形で「現実と対応がつく仮想世界で、現実に使えるスキルを訓練する」手法として開発され、その後はビジネスだけでなく国際関係論や都市工学などの分野でも「計画・政策担当者の訓練や新しい計画の評価を行う手法」として発展してきた⁽⁶⁾。

また、社会学や社会心理学などの領域では、「板書講義では伝わりにくい社会構造を仮想的に体験することで、わかりやすく理解するためのツール」として、学生の教育に利用されている（新井他（1998））。ゲーミングシミュレーションは多様な形態で用いられるため、

厳密な定義は専門家でも議論が分かれている。だが、「プレイヤーの役割構造を作り込んだ人為的なコミュニケーション空間を構築して、ゲーム内の仮想現実を体験する」という漠然とした共通理解がある。

実験は「被験者の意志決定を中立に保つために、被験者の意志決定に影響する情報を与えてしまう可能性をできるだけ排除する」という方針であった。ゲーミングでは実験とは異なり、ゲーム内でのプレイヤーの役割に対して十分豊か（複雑）な定義を与え、役割に伴うインセンティブ構造を十分に作り込む。十分に作り込まれた「リッチな現実感」を提示することで、プレイヤーがゲームに「熱中」する構造を作り込む。ゲーミングではゲーム内の結果に対して、プレイヤーに報酬を払うことはないが、プレイヤーが十分に熱中する構造があれば、ゲームの結果に比例した報酬を用意しなくても、ゲームの結果に再現性があることが知られている。

また、ゲーミングは「デブリーフィング」と呼ばれるゲーム後の相互反省の機会を非常に重要視する。デブリーフィングではゲームの内容や途中で起こった出来事に対して、ゲームプレイヤー同士が自分のゲーム内経験に基づいて率直に話し合う。ゲームで起こった出来事やその背景にある構造と因果関係について理解を深めるのである。

2.6 実験経済学とゲーミングシミュレーションの問題意識とアプローチの違い

実験経済学とゲーミングは、「とりあえず実際の人間に何かさせる」というレベルでは同じである。そのため、専門外の方からは「類似の研究」、「似たアプローチ」と思われることがあるが、研究に対する方法論の根底が異なっている。

実験経済学がゲーミングとこれだけ差のあるアプローチをとるのは、「知りたい現象の差」から「被験者（プレイヤー）に真剣にやってもらうためにする努力」が違う方向に向いた自然な帰結である。

実験経済学は主たる目的が「経済学の理論的結果が人間を用いても得られるかの検証」であるため、非常にシンプルなモデルを用いる。また、被験者が実験状況に慣れるため、同じ実験状況を繰り返す。この環境で被験者に飽きさせないためには「金銭」が不可欠になる。ゲーミングは政策の評価や社会的現象の理解と言った場面で用いられることが多く、十分なリアリティを感じられるような複雑なモデルを扱う。そのためにゲームバランスを調整したり、プレイ中のリアリティ感を高めたりと言った「熱中度」を高めるアプローチをとる。この差が決定的な違いとなる。

しかし、CO₂の排出権取引制度の検討のように実験経済学とゲーミングの双方の研究者が独立に研究しているケースもあり、今後も増えてゆくだろう。双方の差は、単なるグラデーションの両端にすぎない。

2.7 社会学における実験の意義とアプローチ

社会学で扱う議論は非常に幅が広く、簡単にまとめることは難しいが、実験で扱える議論の内容から、ここで筆者が主張したい暫定的結論を用意する。

(1) 実験で扱える現象のイメージ

社会学で扱う議論の中で、もっとも実験的手法とマッチしやすいのは、理論的バックボーンとして合理的選択理論を用い、繰り返しゲームの枠組みで議論することである。事実、本研究プロジェクトでは、この線に沿って実験設計が行われている。

このアプローチの利点は、実験の準備から報酬の支払い手続きまで、実験経済学の手法を踏襲することが可能であることである。しかし、Thaler(1990)で経済学の理論的仮定で説明できない現象（アノマリー）が数多く指摘されているように、社会的ジレンマ現象を含む数多くの現象は自己利益最大化を主としたアプローチでは説明不可能である。

また、本研究プロジェクトの結果が示しているように、実験に参加する被験者の行動原理は決して一様でなく、複数存在している。ある目的関数を最大化している、という合理的選択理論的仮定を置くとしても、「では、最大化している目的関数は何か？」を議論する必要が残ってしまう。

加えて、さまざまな行動原理を採用している被験者が集まっており、しかも採用されている行動原理の中身も各行動原理の分布も最初はわからず、その被験者達と相互作用している状況（まさに社会学が対象としている社会状態に近い）を想定してみよう。このとき、「自分がどう行動すれば、自分の利益が最大化されるか」を読み解くこと自体が不可能となる。

筆者が抱いている、実験で扱える社会現象のモデルは、各被験者の意志決定が(1)被験者の属性（性別、年齢、経済状態、社会ネットワーク（どのグループに参加しているか）など）、(2)実験中の状況、(3)被験者の価値観などの心理変数（ここでは、経済的利益最大化以外の行動を招き寄せる全ての因子を含むことにする）の3種類の性質の異なる変数によって決定され、その集積として社会現象が成立している、というものである（図1）。

各被験者の意志決定結果の集積として全体の結果が発生し、それがフィードバックして被験者が次の意志決定する状況となる。通常に実験では遂行される時間はせいぜい1時間程度であり、被験者の属性や心理変数が影響を受けるほど長期では無いと考えていいだろう⁽⁷⁾。

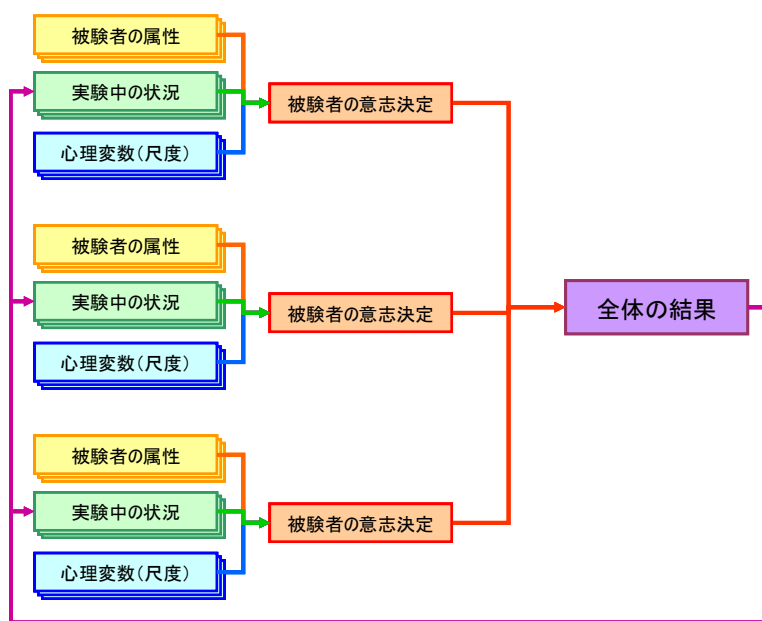


図1 実験で扱う社会現象のイメージ

この視点で現象を捕らえたとき、実験で集めるべきデータは被験者の行動だけでは不足であり、被験者の価値観を探る心理変数も不可欠となるだろう。また、実験にあたって被験者の属性を確認しておくことも必要となる。そのため、いくつかのフェイズ項目と実験環境で有意に働く心理変数を探るためのさまざま質問が収録された質問紙を被験者に回答してもらうことが不可欠となる。

実験の実験手続きの大枠は実験経済学に準じたとしても、被験者に心理変数を集めるためには社会心理学者の持つノウハウ（特に、質問紙の作成）は不可欠となる。また、これらの心理変数が有効に機能するためには、ある程度複雑な意志決定が行われる環境を被験者に提供する必要があるだろう。その際には、ゲーミング的なセンスが問われることになる。

(2) 実験設計の基本指針

ここまでの議論をまとめよう。

経済学、社会心理学の実験では行われていない、よって解明されることのないタイプの現象として、以下の状況を想定する。

- ・ 社会的属性、心理変数が被験者の意志決定に影響する
- ・ 被験者間の相互作用が、被験者の意志決定に影響する
- ・ 各被験者の意志決定結果を集積したものが、次期の各被験者が意志決定を行う状況となる

基本的には、ここで示した程度に複雑な現象が対象となる。社会的ジレンマ現象が、ここで想定している複雑の現象のミニマムである。しかし、ミニマムな複雑さであっても、決して容易に分析し尽くせるものではない。そのため、当面の実験の設計指針として、以下の設定を置くことを主張する：

1. 被験者たちの相互作用が充分濃密で、経済的動機以外の行動原理が発動するよう、ゲーミングのノウハウ（「リッチな現実感」の提示）を活用する
2. だが、実験へ被験者が許容可能なレベルで真剣に参加することを担保するために、結果に比例した金銭的報酬を用意する

「リッチな現実感の提示」については、上手に行わないと被験者の行動に望ましくない効果を与えてしまうので注意を要する。社会的ジレンマ現象のようなかなり理論的抽象度の高いモデルを実験する際には、具体的な提示がない方がいい場合もある（詳細は実際の運用例の箇所述べる）。

社会学における実験目的としては、ミクロ的視点からマクロ的視点へと向かう、以下の4つを挙げる。これらはそれぞれ別の実験で行なうのが理想だが、一つの実験が複数の視点を持っていても構わない⁽⁸⁾。

1. 社会現象に対する仮説を構築する前段階として、被験者の意志決定を探索する
2. 被験者の行動に関する仮説を検証する

3. ある社会現象に対する理論が主張する結果が実際に再現できるかを検証する
4. 社会現象に対してある制度を構築（環境に制約を与える）した場合に起こる結果にたいして、制度の評価・テストを行う

1 は予備的実験にあたるもの、2 が社会現象のベースとなる被験者の行動の検討である。3 に該当する実験がもっとも行われる。4 に関する実験はまだ少ないが、交通渋滞を社会的ジレンマ問題と解釈し、情報提供の方法などのさまざまな政策的手法の組み合わせでその解決を試みる藤井（2003）のような研究もあり、今後増えてくることが予想される。

3. コンピュータを利用した実験

経済学・社会心理学・社会学の別を問わず、最近では実験にネットワークにつながったコンピュータ（クライアント・サーバシステム）を利用することが多い。実験にコンピュータを用いる利点は多数ある。箇条書きで挙げると次のようになる：

1. 実験結果のデータ入力を省力できる。
2. 実験データの入力ミスがなくなるため、分析する際にデータクリーニングの手間が省ける。
3. 被験者に配るカード類の準備や実験中にカードを回収する実験補助者へのアルバイト代など、実験一回あたりにかかる費用や手間の軽減される。
4. 時間制約で十分な回数の繰り返しが出来なかった現象を多数繰り返すことができる。
5. 複雑な計算も正確にこなすため、これまでは不可能だった実験を行うことができる。すなわち、手実験と比べて実験で扱える現象の質が変化する。

1 と 2 はほぼ自明だろう。節を変えて、3 以降の利点について議論したのち、コンピュータ化に伴う問題点を指摘する。

3.1 コスト面でのコンピュータ化の利点

コンピュータ化の利点を説明するために、「寄付ゲーム」を繰り返す実験を考えてみよう。ここで寄付ゲームとは、次のような公共財供給ゲームを指す：

- ・ 全員で 5 人のグループがあり、グループのメンバーはそれぞれ持ち点として 5 点持っている。
- ・ メンバーは 0 点から 5 点の範囲（1 点刻み）で、グループ全体に寄付を行える。
- ・ 被験者達は、他のメンバーと一切の会話は禁止される。
- ・ 全員の寄付量の合計は意志決定後に知らされる。しかし、自分以外の個別メンバーがどれだけ寄付したかを知ることができない。
- ・ 全員の寄付を集めて公共財がつくられる。公共財の価値は $(\text{寄付の合計}) \times 2 \div 5$ と

する。メンバーは自分の手元に残した持ち点に公共財の価値の分だけ得点加わる。すなわち、グループの各メンバーの得点は、(公共財の価値) + (5 - 寄付量)である。

この実験では、被験者間で互いの意志決定がわからないように実験を進める必要がある。そのための手順例を以下に示す：

1. 被験者に自分の意志決定をカードに記入してもらう。
2. 実験補助者がカードを回収する。
3. 被験者達に見えないところでグループ全員の意志決定を集計し、公共財の価値を計算する。
4. 寄付の合計と公共財の価値が記されたカードを実験補助者が各被験者に渡す（各被験者に対して、個別に席上の机の上に置く）。

このプロセスを繰り返すのは非常に時間がかかる。回収の迅速化と確実性を高めるには、1グループ（5人）あたり実験補助者を1名（合計4名）用意する必要がある。4名用意したとしても、実験時間を1時間とした場合、繰り返せる回数は10回程度が上限である⁽⁹⁾。

こういったコストと手間を省き、実験の効率化をはかるために、ネットワークにつながったコンピュータ（クライアント・サーバシステム）を利用することができる。コンピュータを用いた場合、先ほどの手順は以下のように変更される：

1. 被験者はコンピュータ上で意志決定を行う
2. 意志決定の結果はサーバに送られる
3. サーバで被験者の意志決定の集計と、公共財の価値計算が行われる
4. 各グループの寄付の合計量と公共財の価値がサーバから各被験者に送信される

コンピュータ化をしたことで、以前の手順の2から4がすべて自動化されるだけでなく、カードの回収のための実験補助者は不要になる。また、サーバ内に実験中に被験者の意志決定を記録できるので、実験後に記録を入力する手間も省くことができる。

3.2 研究可能性の拡大

コンピュータ化のさらなる利点として、実験時間内で繰り返せる回数が飛躍的に増えることがあげられる。寄付ゲームの場合、1時間の実験時間で50回から60回程度の繰り返しが可能になる。そのため、これまでは時間的制約から不可能だった繰り返し回数のデータを用いた研究が可能になる。

また、ゲーム途中の得点計算をコンピュータに任せることで、人間が計算を行っていた場合には不可能な複雑な実験を行うことが可能になる。たとえば、本科学研究費で行った次のような寄付ゲームの拡張は、コンピュータ化無くしては不可能である：

- ・ 最初は 5 人ずつの 4 グループでこれまでと同じ形でスタートする。
- ・ 繰り返し 5 回ごとに各グループの結果が公表され、被験者はその情報を元に次の 5 回の寄付ゲームを 4 グループのうちどのグループでプレイするかを選ぶことができる。
- ・ 各グループの人数には制限が無く、0 人になってもかまわないものとする。
- ・ 寄付ゲームは最終的に 100 回（移動機会は 9 回）繰り返される。

これだけの実験が、実験内容の説明（インストラクション）・実験後のデブリーフィング、実験報酬支払いを合わせて 90 分で可能になったのも、全てはコンピュータによって実験プロセスが効率化されたことによる。

繰り返し回数を増やしただけでなく、この実験では 5 回ごとに各グループの人数と被験者の所属グループが変わることで、得点計算処理は非常に複雑になる。実験実施者側が実験中にミスをする可能性を考えると、この実験はコンピュータ化抜きには考えられない。

3.3 コンピュータ化の弱点

実験のコンピュータ化は利点ばかりではなく、もちろん弱点も存在する。箇条書きで挙げると、次の 3 点となる：

1. 開発・維持費用がかかる
2. 安定動作までに時間がかかり、なかなか実験を開始出来る目処がつきにくい
3. 仕様変更の難しい

以下、順次説明する。

(1) 開発・維持費用

実験システムを手軽に自分で開発出来れば経済的費用はゼロとなるが、社会学で行われる実験は複数の参加者の相互作用を分析する必要がある場合がほとんどだろう。その場合、ネットワーク環境が必須となり、プログラミングの敷居はかなり高くなる。

加えて、開発できれば終わりではなく、実際の実験会場でのネットワーク環境の設定、フリーズさせることなく最後まで運用するだけのスキルをもつ管理者も必要になる。

ネットワークを用いた実験プログラムの開発および実験用コンピュータに実験システムを設定するには、理工系大学院の修士課程程度の専門的な能力が必要となる。そのため、研究グループ内にそのようなスキルを持つ人がいない場合には外注する必要があるが、通常は開発にかかる費用はおおよそ 1 人月（1 人の専門家を 1 ヶ月その仕事のみ張り付けた場合の費用）で 100 万円程度かかる⁽¹⁰⁾。

(2) 動作が安定するまでにかかる時間

ネットワークが関係するシステムでは、通常のプログラムと比べてチェックする箇所が膨大に増え、トラブルの発生原因の特定が難しい。システムが複雑になるほどデバッグ（プログラムの誤りの修正）に手間がかかる。加えて、十分なストレステスト（高負荷試験）を行っておかないと、実験中に思いがけないエラーが発生することがある。

また、システムのエラーとは別に、実験プログラムのインターフェイスを調節や、被験者の気まぐれな行動から安全なシステムを構築するための時間も無視できない。被験者が発作的にプログラムを終了させたり、操作を間違えたりした場合にも現状復帰できる頑健なシステムを構築するためには、テストを繰り返す必要がある。

最低でも数回、実際の実験と同じ想定で（実験協力者や実験補助者を総動員して）システムをテストし、その結果発見された要改善点を開発者にフィードバックする、と言うプロセスを最低でも数回行う必要がある。

(3)仕様変更の難しさ

一番重要なのは、一度決定した仕様を変更することが難しいことである。

手実験では容易に変更可能な実験設定の変更でも、一度プログラムを書いたあとで変更することは難しい。プログラムの内部処理場は可能でも、画面表示の関係で実質上不可能な場合もある。

本科研費で扱った実験ゲームの場合、プログラムを書く段階では被験者の人数やグループ数、繰り返し回数などは変更可能なパラメータとして設定してことはみんな考えるだろう。しかし、「被験者が意志決定する際に表示する情報を変更する」と言った、微妙な設定変更を行いたいと考えても、プログラムを書く前に表示する情報の設定パラメータを用意しておかないと、後で修正することは非常に困難である。

様々な設定を変更可能なプログラムは複雑なため、開発コストが高騰する。実験開発者側は将来の拡張可能性も十分配慮してシステムを開発（もしくは外注）する必要がある。

3.4 コンピュータを使った実験まとめ

ここまでの議論をまとめよう。いわゆる手実験とコンピュータを使った実験の長所／短所をまとめると、表2のようになる。一見してすぐわかるように、コンピュータ実験の方が遙かに敷居が高い。かかる費用も考えると、決して気軽に行えるものではない。

表2 コンピュータ実験と手実験の比較

| | コンピュータ | 手実験 |
|----------------|---------|---------|
| 初期費用 | 高 | 低 |
| ランニングコスト | 低 | 高 |
| 実験後の手間 | 少 | 多 |
| 実験中の時間的制約 | 緩やか | 厳しい |
| 実験実施中の臨機応変な対応 | 難しい | 柔軟 |
| 試行錯誤しながらの内容の改良 | 難しい | 柔軟 |
| 扱える現象 | 複雑でも OK | 単純なもののみ |

実験にコンピュータを使いたいなら、これらの問題を充分認識して実施する必要がある。また、コンピュータ実験に向けた研究計画を立てる必要がある。コンピュータ実験向きの研究計画の例としては、次のようになる：

- ・ 繰り返し回数などの実験時間の制約から、コンピュータ化によるプロセス高速化が絶

対に必要な実験

- ・ 計算処理や実験プロセスの複雑性から、コンピュータ化による正確な処理が絶対に必要な実験
- ・ 低いランニングコストによって最終的にかかるコストが手実験を下回るぐらい、相当数のデータを集める必要がある実験

上のような項目が該当するにせよ、手実験を繰り返すことで実験内容、実験プロセスなどの「仕様」を固めることが必要だろう。また、単純な繰り返しゲーム実験では、自由に利用可能な開発ツールが複数存在するので⁽¹¹⁾、それを利用するという方法もある。

4. 実際の開発プロセス: 科研費プロジェクトの事例

実際に実験プロジェクトを運営する際には、ここまでの議論では尽くせていない課題・トラブルに多数遭遇する。そのケーススタディとして、本科研費プロジェクトでの実際の開発プロセスを採りあげる。

本プロジェクトは、実際の実験に関わったことのあるメンバーが少なく（主たるメンバーの中では、小山に加えて、辻（明治学院大学）、針原（東京大学）ぐらいである）、実験システムの開発と運用が軌道に乗るまでに多数のトラブルに遭遇することとなった。遭遇した課題・トラブルには本プロジェクトに個別的なものもあるが、その多くがこの種の研究プロジェクトを運営する際に普遍的に発生するものである。このケーススタディが、他の研究者が実験を行う際の一つの「たたき台」となることを希望する。

4.1 システム開発プロセス

もっとも基本的なシステム開発プロセスである「ウォーターフォール・プロセス」では、以下の順でシステム開発が行われる：

1. 利用者の要求の分析／定義
2. 設計
3. プログラミング
4. テストと修正

今回の実験システムはほぼこの順番で進んでいったが、慣れない研究者が仕様を固めていったため、途中での追加実装依頼が多数発生し、開発はかなり混乱した。加えて、このプロセス外項目として、「開発者探し」という項目があった。

4.2 実験システムの開発・運用プロセス(1) 2002年の失敗

社会心理学を専門とする数名を除いて、科研費プロジェクトメンバーのほとんどは、実験をするのも、実験システムの開発を行うのも初めてであった。小山は京都産業大学での日本

学術振興会特別研究員時代に実験の経験があり、簡単な一人意志決定実験のプログラムを作成したこともあった⁽¹²⁾。プロジェクト発足の年に工学系（東京工業大学大学院総合理工学研究科知能システム科学専攻）に奉職したこともあり、プログラマー探し、インターフェイス設計、実験時のサーバオペレータなどを担当することになった。

今回行うことになった実験は、実験経済学者や社会心理学者だと「複雑すぎて、実験の成功見込みが低い」「被験者に影響を与える項目が多すぎて、本当に有効な分析が可能かわからない」と躊躇して行わないことが想定されるぐらい、大規模で複雑なものとなった。これは、実験の経験が無い大浦が主として設計したことが影響している。実験の複雑さと規模の巨大さはシステム構築の障害となったが、実験が成功すれば世界初となるものだった。

初年度の結果を端的に述べると、「大失敗」だった。サーバは不安定で実験が最後まで遂行できた回数はわずかだった。得られたわずかなデータも、質的な問題が多かったため、現在は使われていない。

また、システム面だけでなく、実験で用いるインストラクションや実験中に被験者が得る利益の計算関数も、下記の点で不十分であった：

- ・ 実験の名前が「ビジネスゲーム」であり、被験者が予断を持って実験に望む可能性があった⁽¹³⁾。
- ・ 実験中でグループを「企業」の比喻を用いて説明していたため、「同じ企業に勤めあげないと・・・」という実験とは無関係な「行動規範」を実験に持ち込んだ被験者がいた⁽¹⁴⁾。
- ・ 実験中の時間表記は企業の比喻に合わせて「○年△月」形式を採用しており、移動は6回（半年）に一度だった。
- ・ 各被験者の得る利益の計算関数として（寄付量の合計）÷（人数）－（本人の寄付量）÷2を用いており、Dawes（1980）の社会的ジレンマの定義を満足していなかった。

これらの問題点は、2003年以降に改善されていくことになる。本節では2002年のシステム開発および運用の失敗について、時系列に沿って見ていく。

(1) プログラマー探しと要求仕様確定（2002年6月～8月上旬）

- ・ 4月中旬：科研費交付内定通知・・・研究プロジェクトスタート
 - 大浦、プロトタイプ実験の実施と要求仕様書の作成
- ・ 6月29日：実験経済学コンファレンス（京産大）・・・実験システムの見学・検討
 - クライアントにパソコンの利用を決定。
 - 小山「サーバもノートで可能では」発言。
- ・ 7月中：プログラマー探し
 - 最終的に、小山の知り合いに決定。
- ・ 8月1-2日：葉山合宿
 - 開発者決定に関する経緯の報告

4月中旬に科学研究費の交付内定通知が届き、研究プロジェクトがスタートする。大浦が講義時間でプロトタイプ実験を行い、実験内容の大枠を確定させ、要求仕様書を作成した。

京都産業大学で行われた実験経済学カンファレンスに研究代表の大浦他数人が参加し、京産大の実験システム (<http://www.kyoto-su.ac.jp/project/orc/execo/>) を見学した。視察する前は、大浦の構想では、クライアントはポケット PC のような小型情報端末を用い、それらをネットワークでつないで実験することを考えていたらしい。京産大での実験システムを見学した後の会合で、想定する実験システムを構築する際にはポケット PC の表示領域では不十分なこと、キーボードが利用できるポケット PC 端末が市場から姿を消しそうであり、入手性に不安があることから、ノート PC をクライアントマシンに採用することが決定された。

見学後にメーリングリストで行われた議論で、京産大で行われているチープトーク実験⁽¹⁵⁾ (20台のクライアントからランダムマッチングで2台×10組を生成し、チープトークゲームを行わせる実験) がノート PC をサーバにしていることから、小山が「サーバもノート PC で可能かも」と発言し、サーバもノート PC を採用することが決定する。最終的に、このことが初年度の実験失敗を引き起こす理由となる。

研究プロジェクトメンバーは社会学・社会心理学者が主体となっており、実験システムを構築できる人（もしくは業者）の見当が付かなかったため、東工大の工学系に籍を置く小山に開発者の探索が依頼される。研究室に開発を依頼できる学生が不在であったため、小山は個人的知り合いである SE である青木俊秀氏に開発者の紹介を依頼した。

依頼する際に、実験プロセスのイメージ案（大浦作成）を資料として添付し、以下の条件を伝えた⁽¹⁶⁾：

- ・ 被験者は文系の学生で、コンピュータ操作にあまり習熟していないので、インターフェイスに Web ブラウザが使えるように、Perl を使った CGI プログラムという形で依頼したい。
- ・ 予算は上限 30 万円。仕事量と比べて金額的に不足する場合、来年度以降の予算からの支出、という形で対応したい⁽¹⁷⁾。
- ・ 文部科学省の科学研究費から出すので、やや支払いが遅い。また、見積書・請求書・納品書の 3 点セットが必要。
- ・ 可能ならば、プログラム 20 万＋メンテ 10 万といった契約を結びたい。

この条件で青木氏本人が開発することを了承したことで、開発者の目処が立った。開発者が決定したことは、8月1-2日に行われた研究合宿で全員に報告され、了承された。

(2)各種設計および実装

- ・ 8月中旬：設計仕様確定に向けて小山・青木がメールで打ち合わせ
 - 一度、小山と青木が直接会って（8月18日）細かな内容を確認
 - 3フレームのインターフェイスに決定。
 - インターフェイスについては小山案がほぼそのまま。
- ・ 9月：開発と未確定な仕様の調整
 - 被験者募集チラシなどの配布開始。

プログラムを開発するにあたって、実験でのタイムチャート、インターフェイスイメージ、実験プロセスの進行イメージが書かれた仕様書を小山が作成した。仕様書は研究プロジェクトのメーリングリストに投稿され、各メンバーからの指摘をもとに一部修正⁽¹⁸⁾されたのち、了承を受けた。

その仕様書をもとに、8月18日に小山・青木が都内で直接会い、実装上必要な設計を検討した。その際の合意内容は次の通りである：

- ・ コスト削減のため、実験システムのサーバへのインストールと設定は小山が担当する。
- ・ 小山が全実験に参加してサーバオペレータをこなすのは難しいため、サーバオペレータに要求するスキルは最小限とする。可能な限り Windows で動かせるようにする。
- ・ データベースソフトウェアの管理は敷居が高いため、実験中のデータ保存にデータベースソフトウェアは利用しない。データは分析時に利用しやすいように CSV 形式で保存する。
- ・ Linux にサーバを移行する可能性に配慮して、httpd は Apache を利用する。

実験インターフェイスについては、小山が設計方針を青木に説明し、了承を受ける、という手順をとった。そこで説明した設計方針は以下の通りである：

- ・ 被験者のコンピュータ力はさまざまなので、キーボード入力はさせず、全てマウスで操作できるようにする（フルプルーフ）
- ・ 実験途中でハングアップした際の対策を十分にする（フェイルセーフ）⁽¹⁹⁾
 - 被験者の意思決定データは逐次一時保存ファイルに残す
 - ブラウザが強制終了しても、一時データを読み込んですぐに実験に復帰できるようにする

加えて、実験条件のコントロールが容易になるように、サーバマネージャ用 CGI の開発も依頼した。そこでコントロール出来るようにお願いしたのは、次の項目である：

- ・ 実験起動画面中の、実験をする大学の教官名をいれる「〇〇先生」の部分
- ・ 意思決定水準（2段階~最大5段階）
- ・ 移動までの間隔（1ヶ月~任意の整数）
- ・ 実験の長さ（移動~移動を1単位とした単位数で入力）

レイアウト表示を安定させる必要から、グループ数は4に固定することを決定した。また、実験参加人数の調整は依頼しなかったが、多数のクライアントマシンを用意しなくてもテストが可能とするために青木の方で自主的に導入された。以降、実装の詳細部分での疑問は青木からの質問メールに小山が回答する、という形で開発は進められた。

また、被験者を募集する案内チラシの配布が実験を行う帝京大学と山形大学で始まり、実験システムの最終納期が確定した。

(3)不十分なテストと実験失敗

- 10月1日：ネットワーク上仮サーバでの最初の β テスト
 - 重複ログイン禁止措置など、追加実装依頼.
- 10月中： β テストのバグフィックス&追加機能実装
 - 最初の実験時利用バージョンがほぼ完成.
- 11月2日：帝京大で、実機での初のテスト
 - 8台では、安定動作を確認.
 - 20台のストレステストをしなかった。このことが後々の火種に.
 - その後、小山は海外出張。約2週間開発が停滞.
- 11月19日：第1回帝京実験(小山不参加)
 - 結果はボロボロ（フリーズ多発）.
 - ストレステストの不備が決定的要因.
 - 同期処理の問題（先に進みすぎるエラー）.
- 11月25日：第2回帝京大学実験（小山参加）
 - 前回と同じ、エラー多発サーバでの実施.
 - 実行時の工夫で少しは長期データが取れた.
 - 実験後、新サーバの20台テスト実施→最後まで成功
- 11月30日：山形大学実験（小山不参加）
 - 3回中、2回が最後まで成功.
- 12月21日・22日：秋保合宿
 - システムが不安定だった理由について、小山からメンバーへ説明

暫定バージョンは初頭に完成し、テストランが青木氏のサーバ上でネットを經由して行われた。その際のチェックから、同じ座席番号での重複ログインの禁止を追加実装することが決定した⁽²⁰⁾。

実験の17日前の11月2日に、実験で使用する機器へのApache, Perl, 実験ソフトウェアをインストールし、テストランを行った。11月19日の初回実験は小山は参加できないため、初回実験参加者にサーバの起動方法および実験終了時の対処方法などをレクチャーを行った。この日に8台のクライアントマシンとサーバをつないで行ったテストでは、無事に最後まで実験が遂行できることが確認できた。テストに参加した人数が少なく、テストする場所の余裕がなかったため、20台全てを使ったストレステストは実施されなかった。小山はその直後から約2週間海外出張となり、テストが不十分なまま実験当日となってしまった。

11月19日の実験は、フリーズが多発してしまい、実質的なデータは全く採れなかった。その結果の連絡を受けて小山は急遽青木に連絡を取るとともに、11月25日の実験参加を決定した。事前に青木とのメールでのやりとりで、以下に示す「周回遅れエラー」が発生しているとの予測を立て、一部対策を行った改良プログラムを持ち込んだ。

11月25日の実験では、事前に改良プログラムのテストが出来なかったため、旧プログラムで実験を行ったが、運営側の工夫（実験者が指示したとき以外はマウスから手を離す）で19日より長い期間のデータが採れた。しかし、実験中はサーバのCPU負荷率が常に100%となっており、サーバの処理が遅れがちで、このことがエラーを発生させる原因となっていた。また、最後まで行ったデータは無かった。この段階で小山が確認したエラーは次の3通りである：

1. サーバ内の一時ファイル生成（消去）エラーによる、クライアントの無限ループ
2. クライアントのHTML受信エラー
3. 被験者間の同期がずれることで発生する「周回遅れ」エラー

ネットワーク環境下では通信エラーは不可避に発生する。1と2は通信エラーに関して発生するもので、1はサーバ内の一時ファイルを消去することで、2はブラウザの再起動で対処可能なエラーである。「周回遅れ」エラーはほとんどの場合、実験を終了させる以外に方法はない。

深刻な周回遅れエラーが発生していることを確認したので、改良プログラムのテストを行った。改良プログラムでは全員の意志決定が終了するまで「次に進む」のボタンが出てこないため、高い確率で周回遅れエラーを回避可能であるが、処理が増えるためにCPU負荷はさらに増加することになる。しかし、時間的制約から移動ターンでは2重読み込みを実装することが間に合わなかったため、移動ターンで周回遅れエラーが発生する可能性が残されてしまった⁽²¹⁾。

11月30日の山形実験には小山は不参加だったが、改良プログラムと運営上のノウハウ、人数を減らす（18人）ことで3回中2回成功した。12月21日22日の合宿で、なぜ実験中にシステムが不安定になったかの説明と、来年度以降の改善予定について小山が報告した。

4.3 実験システムの開発・運用プロセス(2) 実験システムの改良と安定化～2003年・2004年

(1) タイトル、インストラクション、実験システムの修正

小林・大浦は実験結果の分析を複数の学会・研究会での報告し、さまざまなコメントのフィードバックを受けた。これらのコメントと2002年度のさまざまな失敗の反省から、実験の実施・実験システムに対して、以下の項目を修正することとなった。

- ・ ゲーム名を”Giving Game”に変更。
- ・ 被験者が予断を持たないように、インストラクションで用いられる表現が「企業」から価値中立的な言葉である「グループ」に変更。
- ・ 実験中の時間表記を「○年△月」から「第○ラウンド△回目」に変更。元の実験にあわせてプログラム内時間が年月で計算されているため、表示向けに再計算することとなり、サーバの負担は増えた。
- ・ 公共財の計算式が、通常の寄付ゲームでよく用いられる、定数×（提供者の価値合計）

÷人数へと変更.

- ・ 移動コストの影響を評価するために、移動にコストがかかるようにする.
- ・ 複数の条件を実験することで、比較することになった. 具体的には、実験群として移動コストを 2 条件 (高コスト, 低コスト), 比較群として移動コストゼロと移動が無い場合の 2 条件, 合計 4 条件の実験を行う.

これらの修正により、「中途半端なゲーミング」的状況から、より「実験」へと趣が変わることとなった.

(2) 実験システムの修正

小山は青木と連絡を取り、要求仕様を満たす実装を依頼した. 実装の追加と変更にあたって、青木は 1)画面に表示する文字コードを windows で用いられる shift-jis のみの対応とする、2)いくつかの関数をサブルーチンからインライン化する、ことでコードの高速化を行った. 加えて、移動時にも 2 重読み込みを実装することで、より安全に実行できるようにした.

サーバに関しては、能力不足解消のため、以後の実験ではサーバをノートパソコン (ThinkPad R32:Mobile Pentium4-1.6Ghz) からデスクトップ (Dual Athron MP 2000+) に、OS を Linux (RedHat 9.0) に変更した. また、サーバが出力する一切のログを止めることで、サーバの負担を可能な限り減らした.

また、テスト不足だった去年の反省を踏まえ、小山の講義を利用してサーバマシンの事前テストを 2 回実施した. その結果、RedHat9.0 で標準インストールされている Apache 1.3 では、デスクトップマシンをサーバに採用しても 2002 年と同様の周回遅れエラーが発生することが確認され、実験システムの根本的な見当が必要になった.

そこで、サーバに Apache2.0⁽²²⁾を perchild モード (高負荷に強いマルチスレッドモード) でコンパイル&インストールし、帝京大で全数テストを行ったところ、最後までエラーが発生することなく進行することが確認された.

(3) 実験の実施と 90%の成功

実際の実験は、2002 年、2003 年ともに、9 回中 8 回の成功となった. テストで成功していたにもかかわらず、両年ともに 1 回ずつ失敗した理由は以下の通りである:

- ・ 負荷テスト時は、実験参加者と同数の人員を裂くことが出来ないため、意志決定の送信がやや散漫で、全員の意志決定が短時間で集中することはなかった.
- ・ 一方、実験中の被験者は実験になれてくるとともに意志決定が早くなるため、全員の意志決定が一度に集中することで短時間にサーバに負荷が集中することがある.

アクセスが集中したときに CPU の負荷が極度に高まるのは CGI の限界であり、開発の初期で技術選択に失敗した結果である. システムの改善としてはこれが上限だろう⁽²³⁾.

4.4 システム開発についての反省とまとめ

コンピュータに詳しくない人の中には、開発側との明確な要求仕様を詰める、といったことを全くしないままに「ちゃんと動いてあたりまえ」「こちらの思い通りに動作してあたり

まえ」と考え、「動かない、使い勝手が悪いのは相手が悪い」と言った誤解を持っている場合も少なくない。2002年4月に発生した、みずほ銀行のATMトラブルに対するマスコミ・政府の反応はその典型的なものと言える（日経コンピュータ編（2002a））。

だが、ケーススタディからわかるように、根本となる技術選択、詳細仕様の決定で間違えると、希望通りの性能が出せない、後付の修正に多大な時間とコストがかかる、ということが発生する。今回の場合は、実験内時間の変更は余計な負担をサーバにかけることとなり、実験条件の追加によるプログラム修正にはかなりの時間が費やされることとなった。

日経コンピュータ編（2002b）には、業務用に開発が依頼されたシステムがちゃんと動かなお、性能が不十分で十分な活用が出来ない、と言った事例が起こる原因として、次に示す11点を指摘している：

1. ソフトの不具合を修正できず
2. 開発を請け負った企業の業務知識が不足
3. 導入計画に無理があり、システムの使用が不完全
4. 出来上がったシステムを確認する検収作業が不十分
5. 開発を請け負った企業の指導が足りず、顧客がシステムを運用できず
6. 顧客企業にシステム専任要員がない
7. 利用したパッケージ・ソフトが業務に合わない
8. 顧客企業と開発を請け負った企業の役割分担があいまい、契約も不明確
9. システムを運用するための基本的な準備が不足
10. 顧客の社内および開発を請け負った企業との人間関係のこじれ
11. 開発を請け負った企業の担当者が交代あるいは退職

今回のケースで該当する項目は非常に多く、1～4、7～9が該当する。すなわち、

1. 最終的に、10%強の失敗率を克服できなかった。
2. 社会科学的な実験やゲーム理論に関する知識を開発者が持っていなかった。これは外部に実験システムの開発を委託する限り、避けて通れない問題である。
3. システム開発の目処が完全に立つ前から、被験者の募集が始まっており、時間の余裕がなかった。
4. 2002年では全数テストを行わなかった。2003年以降では、被験者と同数のテスト用員を集めての負荷テストを行わなかった。
7. 今回の実験は非常に負荷が高だけでなく、全体の状況を把握するアプリケーションが居るべきタイプの事件であるため、CGIは本質的にあわなかった。
8. 科研費による支払いが持つ宿命であるが、開発者にいつ支払われる報酬が不明確であるばかりか、支払われる時期が非常に遅かった。
9. 実験実施側に基本的知識が無く、コンピュータ関係の業務はほとんど小山が行った⁽²⁴⁾。

また、何らかの原因で小山がプロジェクトを離れると実験の遂行が完全に不可能となる、という意味で11の危険も常に抱えていたことも指摘しておく必要があるだろう。

5. まとめ: 社会学的実験を成功させるために

多額の費用と多数の人員が必要なのは、実験も社会調査も同様である。社会調査では、標準的な方法論が確立している。また、実際に社会調査を経験している研究者は多数存在するため、実践上のノウハウも広く研究者間で共有されている。そのため、それらの方法論とノウハウに従う限り、最低限の研究成果は保証されている。

しかし、実験、特に被験者間の相互作用の分析を重視した社会学的に意義のある実験に関しては、まだ方法論もノウハウも確立しているとは言えない。甘い気持ちで実験研究を行おうとすると、多額の費用を失うばかりか、デスマーチプロジェクト（失敗することが明白なプロジェクト）特有の副産物として、プロジェクトメンバー間の人間関係まで損なわれてしまう可能性がある。

今回の経験から、今後実験を行う予定のある研究者が参考とできる点を挙げると、次のようになる。以下に挙げる項目のうち、一つでも多くの項目が達成できれば、ケーススタディのケースより実験の成功確率が上昇するだろう。

- 実験を設計する早い段階から、システムの専門家の助言を受けること。
- 採用する技術の選定には、細心の注意を払うこと。
- 可能なら、開発者としては、連絡が付きやすく時間の融通が利きやすい学生を採用すること。実験データを学生の研究とすることで開発するインセンティブが高まるならなお望ましい。
- システムのテストにかかる時間を充分とること。
- 実験システムの管理ができる担当者を複数養成すること。

本稿が、これから実験を行う研究プロジェクト・研究グループの参考となることを強く希望する。

付録: 周回遅れエラーの発生原因と、その対処方法について

「周回遅れエラー」が発生してしまうこと、およびこのエラーの解決策がないことは、CGIで実験システムを設計したことから不可避免的に発生したものである。

今回の実験システムは実現困難な条件を克服するために、非常にアクロバティックな設計となっている：

- サーバでは各被験者担当のCGIが稼働する。すなわち、サーバでは人数分のCGIクライアントが同時に稼働している。

- 全体を統括するアプリケーションは存在せず、各 CGI プログラム間のデータ通信（被験者の意志決定結果のやりとり）はサーバ内の HDD に作成した一時ファイルで行う。
- 実験中のステップ管理はクライアントが持つ cookie で行い、全クライアントの同期を取るプログラムは存在しない。

被験者の意志決定時に行う CGI プログラムの処理は次の通りである：

1. 被験者が意志決定結果をサーバに送信すると、被験者の意志決定結果を記した一時ファイルを作業ディレクトリ内に作成する。
2. その後、作業ディレクトリ内に同一グループの全員の一時ファイルが集まるまで待機する
3. 一時ファイル数が人数と同じになった段階でそのステップの処理（被験者が得られる利得の計算、もしくは移動）を行い、一時ファイルを消去して被験者に次のステップが始まることを通知する。

このサーバプログラム下では、周回遅れエラーの発生原因は 2 種類存在する：

1. cookie の書き換えに失敗する
2. 被験者の意志決定が早くなりすぎ、サーバ側で処理の遅れた被験者の同期がずれる

1 のエラーは、クッキーを人為的に書き換えることで復活させることができるが、2 のエラーは致命的で、発生すると実験を終了させる以外方法がない。

一時ファイルにはタイムスタンプがない。そのため、ある被験者に対する処理が遅れてしまい、前回ステップの一時ファイルの消去が終わる前の段階で、グループ内の他の被験者全員が素早く今回ステップの意志決定をサーバに送信してしまうと、周回遅れエラーが発生してしまう。この症状が発生した場合、周回遅れエラーが発生した被験者は 1 ステップ前のデータが使われて利得の計算がなされてしまう。そのため、復旧させても以後のデータは全く意味をなさなくなる。

周回遅れエラーが出ないようにする 2 重読み込みとは、各ステップの進行を次の手順でコントロールすることである。

1. 被験者が意志決定を行った段階で、一時ファイル A を作業ディレクトリ内に作成し、被験者に対しては「お待ちください」画面を表示する。この段階では、「次に進む」ボタンはまだ画面に表示されていない。
2. 作業ディレクトリ内にグループメンバー全員の一時ファイルが集まったら、「お待ちください」画面を「今回の結果（＝グループでの結果）」へと変更し、一時ファイル B を作業ディレクトリ内に作成する。この段階も、「次に進む」ボタンはまだ画面に表示されていない。

3. 全被験者の一時ファイル A と一時ファイル B が集まったら、「次へ進む」ボタンを「今回の結果」画面に表示させる。
4. 「次へ進む」をクリックすると、一時ファイル A と一時ファイル B は消去される。
5. 全ての一時ファイルが消去されると、次のステップの意志決定画面を表示する。

このように、一時ファイルが 2 つそろわないと次のステップに進ませないことで、周回遅れエラーが発生するのを防いでいる。

【注】

- (1) 受賞理由と二人の研究内容の詳細は、<http://www.nobel.se/economics/laureates/2002/public.html> を参照
- (2) 近年書かれたテキストの中で方法論にかなりのページを割いている今田編(2000)内でも、実験に関する記述は見られない。
- (3) 金銭を払わない実験は「授業で生徒に理論を理解させるためにやるもの」程度の価値しかなく（しかも結果と成績を連動することが推奨されている！）、金銭を伴わない実験を「不完全な実験」の意味で「ゲーミング」と呼ぶ、というゲーミング研究者が怒り出しそうな風習まである。実験経済学には、「実験中は自由に行動してもいいけど、みんなバカじゃないからどうすればいいかわかっているよね？」と言外でメッセージを伝えているようないやしさがある。
- (4) 例えば、Timonhy, Saijo, and Yamato(2002)を参照。
- (5) 「実際、遊びは本質的に生活の他の部分から分離され、注意深く絶縁された活動であり、それはふつう、時間と場所の明確な限界の中で完成される。（カイヨワ、『遊びと人間』、多田道太郎・塚崎幹夫訳、講談社学術文庫）」
- (6) 飛行機の操縦を訓練するフライトシミュレータ、都市開発ゲーム、日本や中国大陸で全国統一を目指すシミュレーションゲームなどを想像してもらおうとわかりやすい。
- (7) もちろん、ある種の「社会化」を検討したい実験などでは、心理変数へのフィードバックも考える必要が出てくるだろう。
- (8) 実験をする際にもっとも逼迫する資源は「実験をまだ一度も経験していない被験者」と、「実験に必要な予算」である。これらの制約から、十分な回数の実験が行えないことも多い。
- (9) これは、手実験で行った小山他（2002）で実際にかかった時間である。また、コンピュータ化された実験がほとんど無い過去の繰り返しゲームの実験で繰り返し数が 10 回程度のものが多いのも同じ理由であらう。
- (10) 東京工業大学で実際に開発委託を行っているソフトウェア会社の人から聞いた数字。
- (11) 有名などころでは、チューリッヒ大学で開発された ztree (<http://www.iew.unizh.ch/ztree/index.php>) や、カーネギーメロン大学で開発された comlabgames (<http://www.comlabgames.com/>) がある。
- (12) この実験は、最終的に Ogawa, Koyama and Oda（2003）にまとめられた。
- (13) さらに言えば、通常、「ビジネスゲーム」は経営学教育の一環として実施される経営的なゲームに対する一般的な名称であり、研究者グループにも誤解を与える可能性があった。
- (14) これは、実験後の質問紙の自由記述に書かれていたものである。実験経済学では質問紙を採用しない実験が多いが、ここで示すように実験を改善する手がかりが得られることもある。
- (15) 20 台のクライアントからランダムマッチングで 2 台×10 組を生成し、チーブトークゲームを行わせる実験。詳細は西野他（2003）を参照。
- (16) 大学関係の取引慣習に慣れていない人（もしくは企業）に業務を依頼するには、後々のトラブルの元にならないよう、大学での事務手続きに特有の問題を事前に通知しておく必要がある。特に個人で活動しているプログラマーの場合、収入がいつはいるかが重要なこともあるので、事前にわかることは全て説明しておくことが望ましい。
- (17) 前述したように、この金額は非常に安価な「知り合い特別価格」である。今回の開発にかかった時間から推計する限り、本当なら 100 万円ぐらいは必要だったはずである。
- (18) 最初の設計では、Web ブラウザを立ち上げて最初に出る画面が座席番号入力画面だったが、実験参加了承画面が追加された。また、被験者が自分の意志決定を送信した後、次の結果が出るまでの間「お待ちください」のメッセージが表示されたポップアップウィンドウが出るように追加された。

- (19) 被験者実験では、実験システムが途中でハングアップしても、道義上被験者に謝金を支払う必要がある。しかも、その際の被験者は実験内容を知ってしまっているので実験をやり直してデータとして利用することは出来ない。そのため、「実験を最後までやりきり、データを得る」ことが最優先の設計をする必要がある。
- (20) 重複ログインチェックは、クライアントマシンの IP アドレスを使って行われる。その仕組みは 1)クライアントマシンに実験承諾画面が出たときにサーバ側に一時ファイル (IP アドレスがファイル名) が作成され、2)次に出る座席選択画面で番号を入力して、「実験画面へと進む」ボタンをクリックされた段階で、一時ファイルが削除される、というものである。実際の実験では、実験承諾画面で被験者がうっかり (もしくは興味本位で) 「いいえ」をクリックする、ブラウザを落としてしまう、と言うトラブルが稀に発生し、その際にはサーバ側の一時ファイルを消去する必要があった。そのため、残念ながら、この仕様は邪魔になることが多かった。
- (21) 以後、他の箇所の修正に追われた結果、最後まで移動時の二重チェックは実装されず、実験はアクセス鍵を抱えたまま続けられることになった。
- (22) Apache1.3 は多数の web サイトでの採用実績があり安定しているが、シングルスレッドで動作しており、多数のマシンが同時にアクセスする高負荷環境に弱いという欠点がある。一方、当時はまだ普及途上にあった Apache2.0 はマルチスレッドを採用しており、高負荷時でも動作が遅くなりにくいことを特徴としていた。
- (23) 実際、開発者の青木からは、「次に開発することがあるなら、CGI は使わずに JAVA を使う方がいい」とのコメントを受けている。
- (24) 数少ない例外は、2004 年度の獨協大学の実験である。獨協大学の藤山氏は自ら Linux の操作を習得することで、小山が参加できない日のサーバ管理を自分で行った。

【文献】

- 今田高俊(編). 2000. 『社会学研究法・リアリティの捉え方』有斐閣
- 末永俊郎 (編) . 1994. 『社会心理学研究入門』東京大学出版会
- Danier Friedman and Shyam Sunder. 1994.*Experimental Methods: A Primer for Economists*.Cambridge University Press.川越敏司・内木哲也・森徹・秋永利明訳. 1999.『実験経済学の原理と方法』同文館
- Kazuhito Ogawa,Yuhsuke Koyama,Sobei H. Oda.2004.A Middleman in An Ambiguous Situation -Experimental Evidence-, *Journal of Socio Economics*, forthcoming.
- Timothy N. Cason, Tatsuyoshi Saijo, and Takehiko Yamato.2002."Voluntary Participation and Spite in Public Good Provision Experiments: An International Comparison," *Experimental Economics*, 5:133-153.
- 小山友介・濱口泰代・小田宗兵衛. 2002. 「閾値つき公共財供給ゲームにおける行動原理の探索」『数理社会学会予稿集』
- 藤井聡. 『社会的ジレンマ問題の処方箋—都市, 交通, 環境問題のための心理学』ナカニシヤ出版
- 西野成昭, 上田完次. 2003. 「経済実験における計算機の利用: チューブトークゲームと仲介市場実験」, 物性研究, Vol. 80, No. 6, pp.846-863.
- 日経コンピュータ (編) . 2002a. 『システム障害はなぜ起きたかみずほの教訓』日経 BP 出版センター.
- 日経コンピュータ (編) . 2002b. 『動かないコンピュータ---情報システムに見る失敗の研究』日経 BP 出版センター.

【謝辞】

実験システムの開発に、採算を大きく割り込んだ「友人レート」で協力して頂いた、青木俊秀氏に感謝します。

第 4 部

調査

集団間離脱応報戦略としての転職

谷口尚子・大浦宏邦
(帝京大学)

【要旨】

本研究は、NPDにおける離脱応報戦略を実社会において観察・検証する題材として、「転職」に注目する。離脱応報戦略を構成する貢献性・応報性・移動性の3つの要素と転職希望度や転職経験との関係を分析し、また転職の利得を戦略タイプ別に比較した。知見は以下の3点である：1) 属性や労働環境要因を統制すると、貢献性・応報性の高い人ほど転職を希望する一方、集団性が高い人ほど転職を希望しない。2) 属性を統制すると、貢献性の高い人ほど転職を経験し、集団性が高い人ほど転職を経験していない。3) 離脱応報戦略型の転職は、年収上昇や職場満足の増加の点で、概ね高い利得を示す一方、フリーライダー的転職者の利得も悪いとは言えない。

キーワード: NPD, 集団間離脱応報戦略, フリーライダー, 労働移動, 転職, 調査.

1. はじめに

繰り返しのある2人囚人のジレンマ・ゲームでは、非協力的なパートナーには非協力的行動で応じるTIT-FOR-TAT(しっぺ返し)戦略(Axelrod 1984)が、非協力を抑制するのに有効であることが知られている。非協力的なパートナーとは手を切って移動するOUT-FOR-TAT(離脱応報)戦略(林 1993; Hayashi and Yamagishi 1998)は、移動機会を加えてTIT-FOR-TATを効率化した戦略であると言える。これをN人囚人のジレンマ・ゲーム(NPD)に拡張すれば、非協力的集団からの離脱行動を描写することができる。

Axelrodの戦略トーナメントで好成績を収めたしっぺ返し戦略は、「自分からは裏切らず、相手の裏切りには1回のみ非協力をもって報いるが、その後は再び協力する」という特徴を持っていた。集団間の離脱応報戦略も、「集団に貢献するが、パフォーマンスの落ちた集団からは離脱し、新しい集団で再び貢献する」という特徴を持つ。その特徴ゆえに、離脱応報戦略は応報もしくは協力戦略を採るプレーヤーと出会えば、協力率の高い集団をつくることができると考えられる。

理論的には、離脱応報戦略の進化条件を提示することは可能である。しかし、この戦略が実社会ではどのような形で実行され、またどのような結果を生むのかは未だ示されていない。本稿では、実社会における離脱応報戦略の例として、転職行動に注目する。バブル経済崩壊以降の日本の労働市場においては、転職の一般化に代表される終身雇用制の揺らぎが指摘されている。確かに企業は不況になると、体力維持のために人員削減ないし雇用抑制を志向す

るが、労働者の転職希望率は好況時にも不況時にも高まる傾向がある⁽¹⁾。不況時には自分の労働条件の悪化が、好況時には他の労働条件の好転（労働需要の増大）が、転職欲求を高める。つまり、労働者は労働条件が自分の投入する労働コストに見合わない時に、転職を考えると見えるかもしれない。

本稿は、「基本的には勤勉だが、企業がそれに報いない場合は転職し、新しい職場で再び貢献する」という離脱応報戦略型の転職者に注目することで、実社会における離脱応報戦略の様相と利得を探索する。換言すれば、やる気のある人が移動することで、生産性の高い集団が生まれる可能性を探るものである。同時に本稿は、離脱応報戦略型の転職の分析を通じて、NPD 研究と転職研究の双方に次のような点で寄与する。第一に、NPD 研究は、数理モデル、シミュレーション、実験等のメソッドによって発展した経緯があり、現実社会の文脈で検証した例が少ない。言うまでもなく、リアリティのあるテストによる支持は、常にモデルや実験結果の信頼性を高める。第二に、労働経済学において転職のパフォーマンス、すなわち賃金や満足度の上昇を検証する際には、転職希望者の人的資本（年齢、性別、学歴、業種、職種、職位、職業経験、資格、社会的ネットワークなど）、転職経緯（外的環境の変化、転職の自発性・非自発性など）、転職手段（公的経路、会社経路、ネットワーク経路の利用など）といった説明変数の効果を測定するものが多く、個人の行動戦略を考慮する研究はほとんどない。同じようなプロフィールを持ち、同じような労働環境で働く人々の中でも、転職する人／しない人、良い結果を得る人／得ない人がいる。それは、転職が単に転職を可能にするリソース量と労働環境の関数であるばかりでなく、その人自身の「働き方」に関する戦略が影響している部分もあるからではないか。行動戦略を視点に加えることで、転職研究は労働者個人により接近した説明モデルを得るのである。本稿は以上の問題関心に基づき、離脱応報戦略と転職について検討する。

2. 研究の枠組み

2.1 離脱応報戦略

最初に、離脱応報戦略の基礎について説明する。周知のように、「NPD」「社会的ジレンマ」「秩序問題」「フリーライダー問題」「公共財問題」「集合行為問題」と呼ばれる問題は、集団の成員がコストを支払って集合的利益（公共財）の成立に貢献する行為（協力）よりも、コストを支払わないでただ乗りする行為（非協力）を選ぶ結果、パレート効率的な公共財供給が行われなくなる状況を指す⁽²⁾。NPDにおいて、協力促進の鍵を握ると考えられる要因は、集団サイズ、正または負のサンクション（選択的誘因）、ジレンマ構造（公共財成立の型、ゲームの繰り返しの有無、パートナー選択の有無、プレイヤーの移動の有無など）、プレイヤー間の関係性（信頼感、協力的特性、コミュニケーションなど）など多岐に渡る。

本稿でいう離脱応報戦略とは、2人4人のジレンマ・ゲームにおけるパートナー選択プレイを、NPD に拡張したものである。この戦略がいかんにして協力を進化させ得るのかを、数

理的に簡単に説明する。

まず、繰り返しのある NPD における離脱応報戦略行動を、次のように定義する。ここでは、離脱応報戦略を E T F T, 協力行動を C, 非協力行動を D とおく。

- 1) ある集団内における最初のプレーでは C を採る (協力行動)
- 2) 同じ集団内に D 戦略者がいることがわかると次のプレーでは D を採る (応報行動)
- 3) 移動の機会があれば、同じ集団内の D 戦略者を避けて他の集団に移動する (移動行動)
- 4) 移動後、新しい集団での最初のプレーでは C を採る (協力行動)

一方、上記 1 と 4 において D を採る戦略を、離脱非協力戦略 (E D 戦略) 行動と定義する。

仮に、n 人の集団が m 個存在し、それぞれの集団が「資源提供ゲーム」を行っている状況を考える。資源 b を提供する人数が x 人のときの提供者の利得 C(x) と、非提供者の利得 D(x) を、それぞれ

$$C(x)=f(x)/n$$

$$D(x)=f(x)/n+b$$

とする。ここで f(x) は x の増加関数であり、

$$f(0)=0, \quad f(n)>nb$$

を満たすものとする。資源提供ゲームを T 回ほど行くと集団を移動する機会が訪れ、希望すれば所属集団を変更できるものとする。ただし、移動には ξ のコストがかかると仮定する ($T \geq 1, \xi \geq 0$)。

集団内の全プレーヤーが一貫して E T F T 戦略者であったならば、全員が毎回 f(n)/n の利得を獲得し続け、かつ移動機会にも誰も移動しない。各人の利得を $u_1(ETFT)$ とすると、ゲームが T 回繰り返された時点の利得は、

$$u_1(ETFT)=Tf(n)/n$$

となる。しかし、E D 戦略者が 1 人出現するとどうなるか。初回、E D 戦略者が D を採り、E T F T 戦略者が C を採る。その後の回では E D 戦略者も E T F T 戦略者も D を採り (E T F T 戦略者による応報)、移動機会が訪れると、全員が他の集団に移動することになる。この状況における E D 戦略者の利得 $u(ED)$ 、E T F T 戦略者の利得 $u_2(ETFT)$ は、

$$u(ED)=f(n-1)/n+b+(T-1)b-\xi$$

$$u_2(ETFT)=f(n-1)/n+(T-1)b-\xi$$

$$=u(ED)-b$$

となる。ここで E T F T 戦略者の平均利得を $u(ETFT)$ とすると、

$$u(ETFT)=((n-1)u_2(ETFT)+n(m-1)u_1(ETFT))/(nm-1)$$

である。これらを用いて

$$u(ETFT)>u(ED)$$

となる条件を求めると、

$$(f(n)-nb)T+n\xi>f(n-1)+(n-1)b/(m-1) \quad (\text{式 1})$$

となる。これより、T や ξ が十分に大きいときには、E T F T 戦略は E D 戦略の増加 (侵入) を抑えることができる。移動機会後は集団の人数が変化するが、m が十分に大きい場合にはこの影響は小さいので、式 1 に近似した条件で E T F T 戦略は E D 戦略の侵入を阻止できる

と考えられる。

以上のモデルに基づいて E T F T 戦略の進化条件を探ったシミュレーションは、E D が複数侵入する場合であっても、その数が低く抑えられていれば、E D の増加を防ぐことができることを示した(小山・大浦 2003)。また、NPD 構造を持つ資源提供ゲームの実験の結果、集団内協力率が高いほど個人の協力率が高まり、集団内協力率が下がると個人の移動率が高まるという離脱応報の因果プロセスが示唆された(Kobayashi et al.2005; Fujiyama et.al 2005a;Fujiyama2005b)。実験前後に被験者に対して行ったアンケート調査データと照合すると、応報的協力促進志向の人ほど、実際に協力率も高かった(小山他 2004)。では現実社会では、離脱応報戦略の有り様やそのパフォーマンスは、どのように観察されるだろうか。以下では転職を題材に検討する。

2.2 転職の動向

まずいくつかの統計数値・調査結果から、わが国の転職動向を概観する。2001 年 8 月発表の「労働力調査特別調査結果」によると、過去 1 年間に転職を経験した者の割合は 4-5% に過ぎないが、15-24 歳男性に限れば、その割合は 12-13% に達する。一方同時期の転職希望率は、15-34 歳男性で約 20% に達する。最近では転職に強い専門・技術職に就く人が増え、全体的に転職希望率は上昇しているとも言われる(樋口 2001)。

転職の動機とは何か。1999 年 8 月発表の「労働力調査特別調査結果」によると、30-40 代までは「他にやりたい仕事等があった」「就業前に思っていた労働条件との相違」などを理由とする自発的転職が多く、50 代以降では非自発的転職が多い。また 2001 年 8 月発表の同結果によると、転職者の内、転職で収入が減った人の割合は 43.4%、収入が増えた人の割合は 28.3% であり、15-24 歳男性を除く全ての層で収入減となっていた。

他の調査の結果はどうか。1999 年に財団法人連合総合生活開発研究所が実施した全国調査(以降、連合調査)によると、転職経験者は 34.2%、転職希望率⁽³⁾もほぼ同じで 34.6% であった。転職理由では、「会社の将来に不安を感じた」「給与・賞与が少なかった」「労働時間が長い・休暇が取れなかった」「自分の能力や適正に合った仕事でなかった」など、会社や労働条件に対する不満が多い。転職後の収入の変化は、増加した人が 33%、減少した人が 36% で、ほぼ同割合であった(猪木 2001)。そしてこの回答データを使った分析によれば、離職性向(転職希望)が高いのは、若年層および職場環境に対する不満が高い人であった(中村 2001)。さらに、転職経験は心理的満足を増加させ、また転職が 1 回目である場合や自発的理由による場合は、賃金満足度も有意に増加させることもわかっている(守島 2001)。

一方、2002 年に日本労働研究機構が東京およびその近郊に住む 30・40 代男性対象に行った調査では(以降、JIL 調査)、転職経験率は 53.2% に達していた。同時にこの調査は、年齢・学歴が低いほど、勤務企業規模が小さいほど転職確率が高く、また大企業勤務者、専門職従事者の転職、及び自発的理由による転職の場合は賃金が上昇することを示している(日本労働研究機構 2003)。

以上の結果は、それぞれ異なる調査手法によって得られたものであることに注意する必要

があるが、1) 実際の転職に比して転職希望率は高い（転職を考えるメカニズムとそれが実際に起こるメカニズムの間にはギャップがある）、2) 転職は若年層、労働資源（学歴・収入など）の少ない層、職場不満の高い層で起こりやすい（転職はキャリアが未発達・不十分の場合に起こる）、3) 同時に若年層、大企業労働者、専門職、自発的理由による転職の場合は収入が増加する傾向がある（キャリア発展の可能性が高い人の転職はパフォーマンスが良い）、4) 転職は心理的満足に繋がる（転職は少なくとも事後に心理的満足を与える）、といった点が、転職とその結果に関して統合的なイメージを与えていると思われる。

2.3 離脱応報戦略としての転職

まず次に、転職を離脱応報戦略の例として扱う際の留意点を整理する。第一に、離脱応報戦略を構成する協力／非協力、応報／非応報、離脱／固定といった要素は、労働者のどのような「働き方」にあたるのか、解釈し直す必要がある。前述のように、NPD 状況における協力とは、公共財の成立のためのコストを負担する（貢献する）行為であり、非協力はそのコストを負担しない行為である。職場全体の収益の向上が職場を同じくする労働者全員の利益増進に繋がるならば、職場全体の収益向上が全員にとっての公共財となる。収益の向上は、労働者が熱心に働くこと、すなわち労働コストを投入することによってもたらされる。協力的行為はしばしば集団への忠誠心や連帯といった「集団性」と共に論じられる場合があるが、労働は究極的には自己利益の増進行為であり、その点で、労働コストの投入（貢献性）と集団性とは区別される必要がある。以上を整理すると、職場における協力とは、職場全体の収益向上が全員にとって公共財である場合に、労働者が労働コストを投入すること（貢献すること）を指し、非協力、職場のフリーライドとは、そうしたコストを負担しないことを指す。フリーライダーは職場集団が収益に対して厳格化すれば駆逐されるが、安定的構造を持ち収益に厳格でない集団ではむしろ繁栄すると考えられる。大組織の非効率性の問題はここにある。

次に応報戦略について。繰り返しゲームにおける応報とは、 n 回目の自分の手番に $n-1$ 回目の相手の手を返すことである。ただし、ここでは最初に（あるいは新しい集団では）必ず協力を出す応報戦略を扱う。最初に非協力を出せば、応報戦略同士の協力が成立しないからである。職場における応報戦略とは、自分が投入するコストに労働条件が見合わないとき、労働者が何らかの形で「報復」することであると仮定できる。所属企業の搾取に対するもっとも簡単な報復は、労働の質・量を低下させることである。また Hirschman(1970)の議論を援用すれば、組織に対して成員が不満を持つとき、成員は「告発」と「退出」という2つの策を持つ。職場におけるフリーライダーの排除は「告発」に近いが、告発のコストが高いとき（例えば内部改革が難しいとき）、そして外部の選択肢が充分にあるときは、「退出」が選ばれやすくなる。ただし退出のタイミングは、集団に対する忠誠心が高ければ遅くなるとされる。職場における貢献性と集団性は別要素であるとしても、集団性は少なくとも職場からの離脱、すなわち転職に対しては重要な意味を持つかもしれない。

留意点の第二は、離脱戦略を観察し、そのパフォーマンスを分析するには、実際に転職が起こる確率に対して戦略以外の要素が与える影響を統制する必要があるという点である。離

脱戦略を持っていても発揮する必要のない場合（労働条件に満足している場合など）、発揮できない場合（転職コストに見合う資源を持っていない場合など）もあれば、離脱戦略を持っていないのに転職している場合（非自発的転職など）がある。したがって少なくとも、労働資源、労働条件、転職の非自発性等の影響をコントロールせねばならない。

他の分析上の問題点として、転職結果の定義の問題、及び行動戦略の不変性の仮定の問題が挙げられる。転職の結果、その人を巡る労働状況が改善されたかどうかについては、長期で見るか短期で見るか、あるいは客観的基準か主観的基準かなど、様々な定義・測定方法があり得る（守島 2001）。しかしこれは転職結果を扱う研究全てに共通の問題であり、今後多角的な検証がなされるのを待つしかない。また、個人には不変的・基底的行動戦略があると仮定して行う分析は、現在観察可能な戦略で過去の行動をも説明することになり、実際には戦略が変化している可能性のあるケースを適切に捉えることはできない。しかしこの問題の解決も、パネル・データの採集等、今後の対応に委ねるしかない。本稿では、こうしたいくつかの問題・限界に留意しつつ、分析・解釈を行うこととする。

3. 転職に関する調査

3.1 調査方法

次に、調査内容について説明する。我々は労働者の転職に関する意識・行動を知るため、30代・40代の男性（会社員・会社役員、専門職、公務員）を対象としたアンケート調査を実施した。対象者の職業を限定したのは、転職経路・転職理由・転職経験等について回答の分散を小さくすることで、少ないサンプル数で戦略の差の効果を抽出するためである。さらに30代・40代に対象を限ったのは、非自発的な転職の確率が高まる50代以上の層、また初職のミスマッチ等から頻繁に転職が起こる20代では、戦略の違いと転職経験とを結びつけて分析することが困難となると考えたためである。

調査方法については、インターネット調査を採用した。周知のようにインターネット調査は、回答サンプルに様々な偏りがあることが問題視される⁽⁴⁾。しかしながら、今回の調査対象者となる層ではインターネット利用率が高く、少なくとも標本誤差の問題は相対的に小さいと考えられる⁽⁵⁾。また逆に、面接調査・電話調査などでは在宅率の高い高齢者や主婦の回答率が高く、若年男性の回答が得にくいことも知られている。したがってインターネット調査は、今回の調査対象に関しては問題が少ない手法であると考えられる。

調査は2004年3月に行った。サンプリングの対象者は、調査の実施を委託したインターネット調査会社（マイボイスコム株式会社）に登録しているモニター（全国に居住する約15万人）の内、調査対象者層に該当する約48,850人である⁽⁶⁾。ここから2,400人を無作為に抽出し、調査協力の依頼メールを送付した。回答者は808（最初に回答した815人から条件外の7人を除く、回答率34%）である。

3.2 質問項目

質問項目の作成にあたっては、転職や職場に対する満足度などに関しては連合調査を、働き方に関する意識に関しては高橋調査を、行動戦略（協力性・応報性・移動性・集団性）に関しては先に触れた資源提供ゲーム実験で使用したアンケート調査を参考にした。

また 30 代・40 代男性（会社員・専門職）を対象としたフォーカスト・インタビューを行い、その意見を質問項目に反映させた⁽⁷⁾。質問項目の具体的な内容は、まず「転職行動」に関しては、転職経験・転職時期・転職回数・転職希望・転職理由を聞いた。次に、「職場に対する満足度」に関しては、現在および過去の職場に対する満足度・職場満足度の上昇・年収の上昇を聞いた。「行動戦略」については、「自分個人の利益より、自分が所属する集団の利益を重んじるほうだ」「周囲の人が面倒くさがってやりたがらないことでも、自分は進んで行こうほうだ」「班やグループで分担する仕事や義務などは、なるべく避けるほうだ」「自分の出身学校や、勤務する会社の悪口を言われると腹が立つ」「自分を裏切った人には、もう協力しない」「『目には目を、歯には歯を』ということわざには、一理あると思う」「自分の仕事については、人並のやり方には満足せずに、つねに改善するように心がけている」「自分が所属する組織（会社・団体）に対して、高い忠誠心を持っている」「自分が日常的に接する職場の仲間に対して、強い連帯感を感じる」「転職は、できるだけしないほうが良いと思う」「人は自分に合う環境を求めて積極的に移動したほうが、成長すると思う」「同じチームの仲間が熱心に働いているときは、自分はむしろ手を抜くほうだ」「職場に不熱心な人がいると、その人を排除しようと思う」「自分は『給料をもらい過ぎていて』と思うことがある」「職場の後輩の面倒はよく見るほうだ」といった項目を聞き、主成分分析を行った。最後に回答者個人の属性については、年齢（実数値）・学歴・大卒以上ダミー（1. 大学・大学院 0. それ以外）・勤続年数（実数値）・現在勤務の企業の従業員数・現在の職位・管理職ダミー（1. 役職あり 0. 役職なし）・現在の個人年収についての項目を分析に利用した。

3.3 回答データ

まず主な変数の分布を確認する。回答者の平均年齢は 38.9 歳であり、大卒以上の学歴を持つ人が 67.3%，1,000 人以上の企業に勤める人が 33.6%，管理職（係長職以上）に就く人が 56.5%を占める。個人年収については、300–500 万円のカテゴリー（31.2%）と 500–700 万円のカテゴリー（31.7%）に入る人が多い。平均勤続年数は 11.9 年である。産業別に見ると、農林水産鉱業 0.1%，建設業 7.5%，製造業 28.1%，運輸・通信業 7.5%，卸・小売・飲食業 8.0%，金融・保険業 5.2%，不動産業 1.9%，サービス業 19.9%，公務員 11.2%，その他 10.5%となっている⁽⁸⁾。

転職希望率は 61.5%⁽⁹⁾、転職経験率は 41.2%で、転職経験者の平均転職回数は 1.8 回であった。現在の職場に対する満足度は、満足度の高い項目が「通勤時間」「仕事内容・職種」、低い項目が「給与・賞与」「能力・実績への評価」「研修・教育訓練の機会」であった。転職理由については、「やりがいのある仕事があったから（42.5%）」「収入を増やした

かったから (37.1%)」といった積極的理由の他、「やむを得ない事情 (32.0%)」「経営方針が自分に合わなくなったから (27.5%)」などの消極的理由も多く選択されていた。

次に行動戦略の尺度について説明する。行動戦略に関する15の質問に対する回答を因子分析にかけ、バリマックス回転後、4つの因子を抽出した。第1因子は集団とその利益を重んじる「集団性」、第2因子は労働コストの投入を惜しまない「貢献性」(逆転すれば「フリーライド」度)、第3因子は「応報性」、第4因子は「移動性」と解釈する(表1)。後段の分析には、この因子分析のスコアを行動戦略の傾向性を示すものとして利用する。

表1 行動戦略を構成する質問項目の因子分析の結果

| | 第1因子:集団性 | 第2因子:貢献性 | 第3因子:応報性 | 第4因子:移動性 | 共通性 |
|-------------|----------|----------|----------|----------|-------|
| 所属集団に忠誠心 | 0.742 | 0.161 | -0.054 | -0.138 | 0.315 |
| 職場仲間に連帯感 | 0.597 | 0.114 | -0.063 | -0.020 | 0.368 |
| 個人利益より集団利益 | 0.488 | 0.192 | -0.201 | 0.000 | 0.234 |
| 所属集団悪口には立腹 | 0.373 | 0.046 | 0.163 | -0.134 | 0.186 |
| 面倒なことも進んでする | 0.250 | 0.517 | -0.036 | 0.190 | 0.340 |
| 後輩の面倒見がいい | 0.202 | 0.485 | 0.156 | 0.119 | 0.493 |
| 人並みに満足せず努力 | 0.224 | 0.474 | 0.130 | 0.259 | 0.359 |
| 他人が熱心なら手を抜く | 0.020 | -0.528 | 0.060 | 0.065 | 0.598 |
| 集団作業・義務避ける | -0.192 | -0.441 | 0.047 | 0.014 | 0.374 |
| 給料をもらいすぎている | 0.256 | -0.372 | -0.154 | -0.047 | 0.429 |
| 目には目を歯には歯を | -0.051 | 0.005 | 0.698 | 0.055 | 0.393 |
| 裏切り者には協力しない | -0.058 | -0.079 | 0.574 | 0.027 | 0.124 |
| 不熱心な人間は排除 | 0.007 | 0.110 | 0.333 | 0.023 | 0.230 |
| 転職はした方がよい | -0.048 | 0.077 | 0.106 | 0.612 | 0.315 |
| 転職はしない方がよい | 0.346 | -0.096 | 0.023 | -0.547 | 0.287 |

注:N=810。最尤法による抽出。因子分析の適合度検定は1%水準で有意。各因子を構成する主要な項目(網掛け部分)の信頼性検定を行った結果、クロンバックの α は、第1因子0.64、第2因子0.63、第3因子0.53、第4因子0.54。

表2 希望を被説明変数とした順序プロビット分析

| 説明変数 | B | 標準誤差 | B | 標準誤差 |
|-----------------|--------|-------|--------|-------|
| 年齢 | -0.023 | 0.010 | -0.014 | 0.010 |
| 大卒以上ダミー | -0.127 | 0.093 | -0.165 | 0.090 |
| 勤続年数 | -0.014 | 0.009 | -0.027 | 0.009 |
| 管理職ダミー | 0.130 | 0.092 | 0.138 | 0.090 |
| 従業員数 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.017 |
| 現在の個人年収 | -0.003 | 0.008 | -0.004 | 0.008 |
| 転職経験の有無 | 0.267 | 0.111 | 0.284 | 0.108 |
| 現在の職場不満 給与 | -0.036 | 0.042 | -0.041 | 0.041 |
| 現在の職場不満 労働時間・休暇 | 0.058 | 0.036 | 0.039 | 0.035 |
| 現在の職場不満 仕事内容・職種 | -0.070 | 0.046 | -0.038 | 0.045 |
| 現在の職場不満 上司との関係 | 0.009 | 0.046 | 0.067 | 0.044 |
| 現在の職場不満 同僚のやる気 | -0.005 | 0.049 | -0.044 | 0.048 |
| 現在の職場不満 会社業績将来性 | 0.071 | 0.047 | 0.096 | 0.046 |
| 現在の職場不満 研修機会 | 0.139 | 0.048 | 0.136 | 0.047 |
| 現在の職場不満 能力・実績評価 | 0.133 | 0.058 | 0.107 | 0.056 |
| 現在の職場不満 通勤時間 | 0.011 | 0.034 | 0.031 | 0.032 |
| 現在の職場不満 昇進の見込み | 0.163 | 0.052 | 0.129 | 0.050 |
| 第1因子:集団性 | -0.280 | 0.057 | -0.281 | 0.055 |
| 第2因子:貢献性 | 0.153 | 0.057 | 0.231 | 0.055 |
| 第3因子:応報性 | 0.204 | 0.051 | 0.195 | 0.050 |
| 第4因子:移動性 | 0.867 | 0.064 | | |

N=785

カイ2乗値=483.527

カイ2乗値の確率=0.000

擬似R二乗値(Cox&Snell)=0.460

-2対数尤度=1721.929

N=785

カイ2乗値=286.295

カイ2乗値の確率=0.000

擬似R二乗値(Cox&Snell)=0.306

-2対数尤度=1919.161

注:欠損値を含むデータは分析から除外している。太字は5%水準で有意な係数。

4. 分析結果

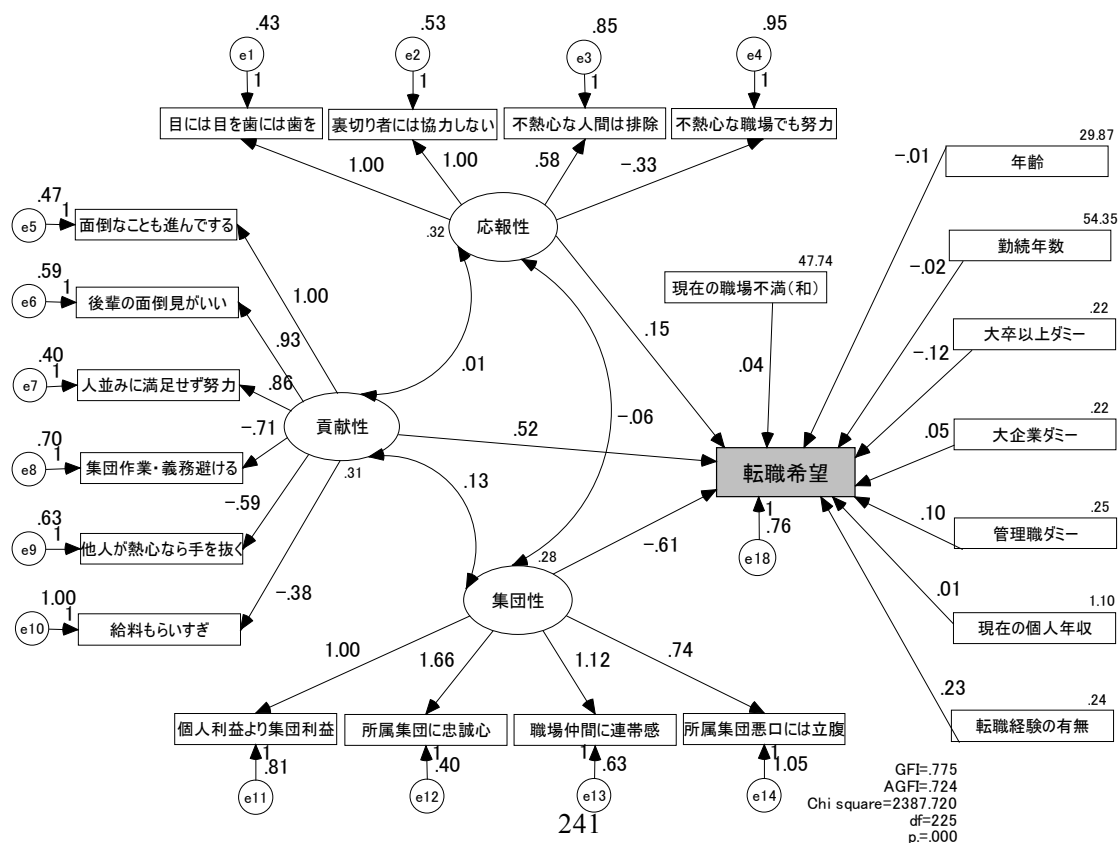
4.1 転職希望

まず転職希望を被説明変数とした分析を行う。転職希望度は5件法で測定されていることから、順序プロビット分析を行った。説明変数としては、回答者の属性や職業上の立場、現在の職場に対する不満、転職経験、行動戦略を投入した。職場に対する不満は、単に回答者の主観のみならず、回答者の労働条件の客観的状态をも反映する。したがってこの変数により、労働条件の影響もある程度統制することができると思われる。

表2の分析結果によると、属性を統制すると、既に転職を経験したことのある人、研修機会、能力・実績評価、昇進の見込みに不満を感じている人ほど、転職を希望する度合いが強い。そして、属性・職場に対する不満・職場環境の影響を統制しても、行動戦略因子の影響は非常に大きいことがわかる。転職希望に対して突出して大きい正の効果を持つ移動性を除外して分析した場合も(右列)、集団性の高い人は転職を希望しない一方、貢献性・応報性の高い人は転職を希望する傾向が明瞭に見られた。つまり同じような立場・境遇にいて、かつ集団への忠誠心が同程度である場合、より仕事熱心または応報的な人ほど転職を希望する。逆に言えば、給料もらい過ぎていて感じ、他人が熱心なら手を抜きたいと考えるフリーライダーは、むしろ会社に「ぶらさがる」傾向にあると言える。

また、因子分析では因子間の独立性を仮定してスコアを出したが、この仮定を緩めて、相互に関連する「潜在変数」として変数を作り直し、変数(因子)間の構造を見る共分散構造分析を行った¹⁰⁾。すると、集団性と貢献性には弱い正の相関が見られるものの(0.13)、やはり貢献性から転職希望に対する効果はかなり強い(0.52)ことが改めて示された。

図1 転職希望を被説明変数とした共分散構造分析



4.2 転職の経験

次に、転職経験について検討する。2.2 節でも触れたように、通常、転職経験率は希望率より低く、実際の転職は転職を希望するという意識以外の様々な要因によって左右されていることを窺わせる。「良い機会があれば転職したい」と考えていても、現状よりも良い労働条件がたまたま見つからなければ転職しないだろう。また労働資源がもともと多い人、例えば学歴の高い人は最初から安定した職業に就く可能性が高く、それを棄ててまで転職に踏み切る可能性は低いとも考えられる。

ただし、その学歴の効果を統制して、「転職経験あり=1/なし=0」を被説明変数とする二項ロジット分析を行うと、貢献性の効果はやはり非常に大きいことがわかる(表3左列)。つまり、少なくとも同じ学歴を持つ労働者で、また集団に対する忠誠心が同程度であるなら、労力を惜しまない仕事熱心な人ほど、実際に転職を経験しているという傾向が見られる。さらに、現在大企業に勤めている人のみを対象として同様の分析を行うと、やはり貢献性の高い人の方が転職を経験しており、また集団性の高い人の方が経験していなかった(表3右列)。他の要因を統制すると貢献性の効果は大きいという結果は、前節の転職希望を被説明変数とする分析結果とほぼ同内容の知見と考えて良いであろう。

表3 転職経験を被説明変数とした二項ロジット分析

| 説明変数 | B | 標準誤差 | B | 標準誤差 |
|-----------|---------------|-------|---------------|-------|
| 年齢 | -0.011 | 0.014 | 0.022 | 0.030 |
| 大卒以上ダミー | -0.853 | 0.160 | -0.039 | 0.394 |
| 第1因子: 集団性 | -0.151 | 0.091 | -0.500 | 0.199 |
| 第2因子: 貢献性 | 0.691 | 0.101 | 0.668 | 0.211 |
| 第3因子: 応報性 | 0.122 | 0.094 | 0.110 | 0.201 |
| 定数 | 0.619 | 0.551 | -2.170 | 1.260 |

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| N=810 | N=266 |
| カイ2乗値=78.352 | カイ2乗値=15.308 |
| カイ2乗値の確率=0.000 | カイ2乗値の確率=0.009 |
| 擬似R二乗値(Cox&Snell)=0.092 | 擬似R二乗値(Cox&Snell)=0.056 |
| -2対数尤度=1019.523 | -2対数尤度=253.108 |

注: 欠損値を含むデータは分析から除外。太字は5%水準で有意な係数。右列の結果は大企業勤務者のみ。

4.3 転職の利得

転職希望と転職経験についての分析によって、貢献性が高い人ほど転職希望や転職確率が高いという傾向を確認することができた。では離脱応報戦略型の転職は、労働条件の改善に役立つと言えるだろうか。ここでは戦略と、年収及び職場満足度の上昇の関係について検討する。

まず、貢献性因子スコアが平均以上の人を C、平均未満の人を D、応報性因子スコアが平均以上の人を TFT、転職経験がある人を E (離脱)、無い人を F (固定) とし、これを組み合わせる全サンプルを 8 類型化した (表 4)。次いで、このタイプ 1 から 8 までのいずれに該当するかを示す 0/1 のダミー変数を作成し、年齢・学歴・勤続年数で統制しながら、年

収上昇幅に対する効果を分析した。

表 4 行動戦略と転職経験を組み合わせた8類型(タイプ1~8)

| | | | | 転職経験者(E) | | 転職未経験者(E) | |
|------|------|-----|--------|-------------|-------------|-----------|--|
| 貢献性 | 高(C) | 応報性 | 高(TFT) | タイプ8(CTFTE) | タイプ4(CTFTF) | | |
| | | 応報性 | 低 | タイプ7(CE) | タイプ3(CF) | | |
| 低(D) | | 応報性 | 高(TFT) | タイプ6(DTFTE) | タイプ2(DTFTF) | | |
| | | 応報性 | 低 | タイプ5(DE) | タイプ1(DF) | | |

年収上昇幅を被説明変数とし、タイプ8(離脱応報戦略)をベースとした重回帰分析を行った結果、タイプ5を除き全ての型がマイナスの係数を示した。つまりタイプ8は、これらの型よりも年収上昇幅が大きい可能性がある。特に、貢献性が低い転職未経験者(タイプ1)、貢献性が低く応報性の高い転職者(タイプ6)、貢献性は高いが応報性が低い転職者(タイプ7)に比べると、有意に年収上昇幅が大きいと言える(表5左)。さらに、転職者のみ(タイプ5~8)にケースを絞った分析でも、タイプ6より有意に年収上昇幅が大きいことが示された。ただし、有意ではないものの、タイプ8よりタイプ5(移動するフリーライダー)の年収上昇幅が大きい傾向が示された(表5右)。

表 5 年収上昇幅を被説明変数とした重回帰分析

| 説明変数 | B | 標準誤差 | | B | 標準誤差 |
|----------------|---------|--------|--------------|---------|--------|
| (定数) | 120.460 | 39.582 | (定数) | 75.399 | 64.628 |
| 年齢 | -2.880 | 1.071 | 年齢 | -2.328 | 1.724 |
| 大卒以上ダミー | 17.117 | 9.621 | 大卒以上ダミー | 11.797 | 16.566 |
| 勤続年数 | 2.609 | 0.939 | 勤続年数 | 6.117 | 1.598 |
| タイプ1 DF | -40.013 | 17.530 | | | |
| タイプ2 DTFTF | -33.683 | 17.900 | | | |
| タイプ3 CF | -28.972 | 19.299 | | | |
| タイプ4 CTFTF | -22.731 | 18.799 | | | |
| タイプ5 DE | 14.871 | 20.712 | タイプ5 DE | 14.899 | 24.770 |
| タイプ6 DTFTE | -59.053 | 19.085 | タイプ6 DTFTE | -55.080 | 22.876 |
| タイプ7 CE | -39.680 | 17.207 | タイプ7 CE | -35.837 | 20.589 |
| N=808 | | | N=220 | | |
| adj.R二乗値=0.025 | | | R二乗値=0.060 | | |
| モデルの確率=0.001 | | | モデルの確率=0.000 | | |

注:年収変化幅が1000万円を超えるケースが2つあり、外れ値として分析から除外した。太字は5%水準で有意な係数。右列の結果は転職経験者のみ。

さらに職場に対する総合満足度の増加について、同様の説明変数を用いて順序プロビット分析を行うと、タイプ8はタイプ5と7を除く型よりも満足度が増加していることが示された(表6左)。特に貢献性の低い転職未経験者(タイプ1と2)より、有意に満足度の上昇が大きいことが示唆される。仕事への貢献性の低い非転職者は職場満足度も低く、会社でくすぶっている状況であるとも言える。転職未経験者は概ね満足度増加幅が小さい傾向があることも興味深い。しばしば指摘されるように、転職は心理的満足感を高めるのかもしれない。

さらに転職者のみ（タイプ 5～8）にケースを絞った分析においては、有意ではないが、タイプ 5 とタイプ 7 の満足度増加幅がタイプ 8 より高い可能性が示された（表 6 右）。

以上の結果から、本稿の焦点となる貢献性・応報性の高い離脱応報戦略型の転職は、年収・職場満足度の点で、比較的良い結果を生むことがわかった。ただし、離脱応報戦略型の転職と比べて、貢献性・応報性の点で逆の特徴を持つフリーライダー型の転職の利得も悪くないことが明らかとなった。離脱応報戦略は移動によって応報的あるいは協力的なプレーヤーを探し、それと結びつくことによって協力率の高い集団を形成し得る。しかし移動するフリーライダーは、協力率の高い集団の形成を阻害し、離脱応報戦略の利得を下げると思われる。フリーライダー型の転職がいかんして効率よく労働条件を改善しているかについては、尚詳細な検証が必要である。

表 6 職場満足度の上昇を被説明変数とした順序プロビット分析

| 説明変数 | B | 標準誤差 | | B | 標準誤差 |
|-------------------------|---------------|-------|-------------------------|--------|-------|
| 年齢 | -0.010 | 0.009 | 年齢 | -0.014 | 0.012 |
| 大卒以上ダミー | 0.084 | 0.082 | 大卒以上ダミー | 0.068 | 0.119 |
| 勤続年数 | 0.012 | 0.008 | 勤続年数 | 0.015 | 0.011 |
| タイプ1 DF | -0.485 | 0.151 | | | |
| タイプ2 DTFTF | -0.399 | 0.152 | | | |
| タイプ3 CF | -0.174 | 0.165 | | | |
| タイプ4 CTFTF | -0.206 | 0.161 | | | |
| タイプ5 DE | 0.297 | 0.176 | タイプ5 DE | 0.257 | 0.177 |
| タイプ6 DTFTE | -0.007 | 0.162 | タイプ6 DTFTE | -0.015 | 0.163 |
| タイプ7 CE | 0.170 | 0.148 | タイプ7 CE | 0.161 | 0.149 |
| N=808 | | | N=332 | | |
| カイ2乗値=33.011 | | | カイ2乗値=15.308 | | |
| カイ2乗値の確率=0.000 | | | カイ2乗値の確率=0.454 | | |
| 擬似R二乗値(Cox&Snell)=0.040 | | | 擬似R二乗値(Cox&Snell)=0.017 | | |
| -2対数尤度=2140.324 | | | -2対数尤度=929.223 | | |

注：欠損値を含むデータは分析から除外。太字は5%水準で有意な係数。右列の結果は転職経験者のみ。

5. 結論と合意

本研究は、離脱応報戦略を実社会において観察・検証するために、戦略を構成する貢献性・応報性・移動の3つの要素を「転職行動」に投影し、その様相と利得を分析した。その結果は次のように要約できる。

- 1) 属性や労働環境に関連する要因を統制すると、貢献性（コストの投入を厭わない性質）あるいは応報性（搾取を許さない性質）の高い人ほど、転職（移動）を希望している。一方で、集団性（集団や集団利益を重んじる性質）が高い人は転職（移動）を希望しない傾向がある。
- 2) 属性を統制すると、貢献性の高い人ほど転職（移動）を経験している。集団性が高い人は転職（移動）しない傾向がある。
- 3) 離脱応報戦略型の転職は、年収上昇や職場満足度の増加の点で、概ね良い利得を示している。一方で、フリーライド的かつ非応報的な転職者の利得は、離脱応報戦略型の転職に比べて悪いとは言えない。

NPD 研究との関連で言えば、集団性をコントロールすれば、貢献性の高いやる気のある人、応報的な人こそが移動を希望・経験しているという知見が重要であると考えられる。つまり離脱応報戦略の存在を示唆する意識－行動間の因果メカニズムが、現実にあるということである。また転職研究にとって重要な知見は、労働資源や労働条件をコントロールしても、ある種の行動戦略が、転職意識や転職行動、そしてその利得に影響を与えているという点である。今後は、様々な型の戦略者が移動を通じてどのような相互作用を生み、その結果としてどのような集団が形成されるのかを検討する必要がある。それは、転職の一般化が進む今日において、また社会の移動性が高まる今日において、重要な研究課題の1つであると言える。

【注】

- (1) 厚生労働省の「雇用動向調査」によると、不況が深刻化した1996年以降、「経営上の都合」による離職率がはじめて全体の1割を超えた。一方で総務庁の「労働力調査特別調査結果」によれば、近年の転職希望率のピークは、バブル後期の1989年及び不況下の2001年にあることが示されている。
- (2) 社会的ジレンマ研究のレビューに関しては盛山・海野(1991)を参照。
- (3) 「ほかにいい仕事が見つければ、転職してもよいと思っている」「できれば自分で何かビジネスを始めたいと考えている」という回答の合計。
- (4) インターネット調査の問題点については吉村(2003)、労働政策研究・研修機構(2005)を参照のこと。本研究ではインターネット調査及び質問項目の妥当性を確認するため、回答数200のテスト調査を行い、その結果を検討した後、本調査を実施した。本稿の分析は本調査のデータのみ使用している。
- (5) 総務省の平成16年版「情報通信白書」によれば、小規模事業所の8割、中規模以上の事業所・企業の98%がインターネット端末を設置している。また30-40代のインターネット利用率は約87%だが、50代では62%に落ち込む。
- (6) 同社の職業分類カテゴリーは「1-会社員・役員」「2-自営業」「3-専門職」「4-公務員」「6-学生」「7-専業主婦」「8-パート・アルバイト」「9-無職」となっている。本調査では、このうち1・3・4を対象とした。なお、モニターのプロファイルの変化に関しては、マイボイスコム社が定期的にモニターと連絡を取ってチェックしているとのことである。
- (7) フォーカスド・グループ・インタビューは、2004年3月に都内の大学の会議室で行われた。転職未経験者(3名)と転職経験者(4名)の組に分け、アンケート調査案に沿って、それぞれ約2時間ずつ意見を聞いた。
- (8) サンプルおよび回答者の職業分布と全国的なそれとの差異については、本報告書所収の小林論文の付録を参照のこと。
- (9) 「良い機会を見つけたら、転職したいと思う」という質問に対し、「そう思う」「ややそう思う」と答えた人の合計。
- (10) 計算上、応報性を構成する観測変数を4つ設定している。

【文献】

- Axelrod, Robert. 1984. *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books. ロバート・アクセルロッド著。松田裕之訳。1998. 『つきあい方の科学』ミネルヴァ書房。
- 蔡仁錫・守島基博。2002. 「転職理由と経路、転職結果」『日本労働研究雑誌』No. 506.
- Fujiyama, Hideki, Jun Kobayashi, Yuhsuke Koyama, and Hirokuni Oura. 2005a. "Decision on the Exit: A Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility." In this volume.
- Fujiyama, Hideki, Jun Kobayashi, Yuhsuke Koyama, and Hirokuni Oura. 2005b. "Performance of the Exit: A Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility." In this volume.
- 林直保子。1993. 「TIT-FOR-TAT から OUT-FOR-TAT へーネットワーク型囚人のジレンマにおける戦略選手権ー」『理論と方法』8(1):19-32.

- Hayashi, Nahoko and Toshio Yamagishi. 1998. "Selective play: Choosing partners in an uncertain world." *Personality and Social Psychology Review* 2: 276-289.
- 樋口美雄. 2001. 『雇用と失業の経済学』日本経済新聞社.
- Hirschman.1970. *Exit, Voice, and Loyalty*. Harvard University Press.
- 猪木武徳・連合総合生活開発研究所編著. 2001. 『「転職」の経済学—適職選択と人材育成』東洋経済新報社.
- Kobayashi, Jun, Hideki Fujiyama, Yuhsuke Koyama, and Hirokuni Oura. 2004. "Rises and Falls of Cooperation: A Social Dilemma Experiment with Intergroup Mobility 1." In this volume.
- 小山友介・大浦宏邦. 2003. 「所属集団を変更できる社会的ジレンマモデルの計算機実験」『シミュレーション&ゲーミング』13(2):169-178.
- 小山友介・小林盾・針原素子・谷口尚子・金井雅之・大浦宏邦. 2004. 「『社会的ジレンマ問題』への学際的接近」『日本オペレーションズ・リサーチ学会和文論文誌』49(12): 733-740.
- 守島基博. 2001. 「転職経験と満足度」猪木武徳・連合総合生活開発研究所編著『「転職」の経済学—適職選択と人材育成』東洋経済新報社. 141-165.
- 中村二郎. 2001. 「誰が企業を辞めるのか」猪木武徳・連合総合生活開発研究所編著『「転職」の経済学—適職選択と人材育成』東洋経済新報社. 21-43.
- 日本労働研究機構. 2003. 『転職のプロセスと結果』資料シリーズ No. 137.
- 盛山和夫・海野道郎編. 1991. 『秩序問題と社会的ジレンマ』ハーベスト社.
- 労働政策研究・研修機構. 2005. 『インターネット調査は社会調査に利用できるか—実験調査による検証結果—』労働政策研究報告書 No.17.
- 吉村 宰. 2003. 「Web 調査の現状と課題 —調査誤差の分類と対処の観点から—」日本行動計量学会第31回大会チュートリアルセミナー資料.

【謝辞】

本稿で扱った調査の準備・実施にあたっては、大浦宏邦氏、籠谷和弘氏、小林盾氏、針原素子氏、藤山英樹氏をはじめとする進化ゲーム理論研究会の各氏、およびマイボイスコム株式会社ならびに回答者の皆さんに感謝致します。

組織活性化と労働移動

ーフリーライダーへの転職の効果ー

小林 盾
(シカゴ大学)

【要旨】

この論文では、労働移動が組織の活性化にとって、両義的な効果を持つことを示す。そのために、転職による入職者と離職者が、フリーライダー（組織にただ乗りする人）かどうかを調べる。データは、全国の30代・40代の男性雇用フルタイム・ホワイトカラー労働者に質問紙調査を行って得た。回帰分析の結果、(i) 転職を経験した人ほど、フリーライドせず組織に貢献して、チームワークをこなしたり後輩をよく教育する、(ii) しかし、そうした貢献的な労働者は、フリーライダーよりも転職を希望する、ということが分かった。したがって、転入はフリーライダーを減らして組織を活性化するが、転出は貢献者を流出させる効果を持つ。この点で、労働移動は組織活性化にとって諸刃の剣といえる。なお、組織活性化への労働移動の効果を調べたのは、この論文が最初の試みである。

キーワード：組織、活性化、労働移動、転職、フリーライダー

1. はじめに

1.1 背景

これまで日本的経営は、長期雇用・年功序列・企業別組合を柱としてきた。しかし近年は、年功序列に代わって成果主義が導入されつつある。これと並んで、長期雇用に代わって、労働市場の流動化（雇用の流動化）が指摘されている。

たしかに、実際には労働市場の流動化という傾向が明確にあるわけではない（平田 2002）。とはいえ、毎年無視できない割合の労働者が、転職によって労働移動を果たしている。『就業構造基本調査』によれば、2002年の時点で転職経験がある人は48.4%いる。また、『雇用動向調査』によると、2002年の労働移動は、入職者が約597万人で入職率14.5%（全常用労働者中の割合）、離職者が約682万人で離職率16.6%であった。このうち転職入職者（入職前1年間に就業経験がある者）は363万人で8.8%いた。これらの割合は、過去10年間ほぼ一貫している（図1）。

そうした労働移動は、労働者と組織のマッチングを改善するため、労働組織を活性化すると考えられてきた（たとえば佐分利・柘本 2001）。実際、組織が転職者を受け入れる時に、主に意識した経営戦略として「組織の活性化」を挙げたのは、14.0%で3位であった（労働大臣官房政策調査部 2000）。特に大企業ほど、この意識が強い。

組織の活性化とは、「組織のメンバーが、相互に意思を伝達しあいながら、組織と共有している目的・価値を能動的に実現していこうとする状態」（河合・高橋 1992）と概念化さ

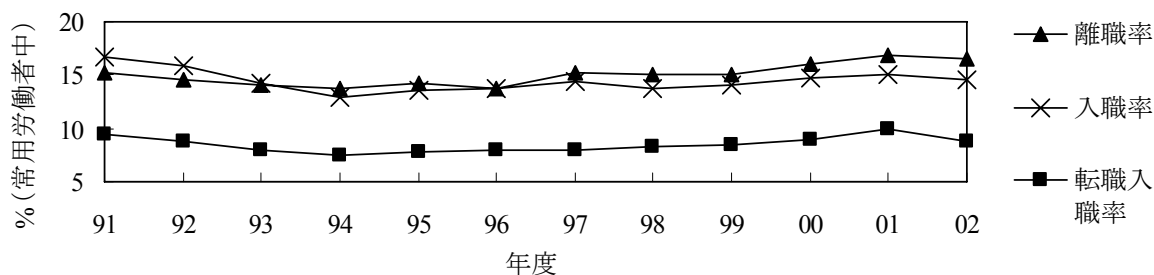


図 1. 労働移動率 (雇用動向調査より)

れてきた。つまり、組織が労働者の貢献を引き出している状態を表す。もともとは、Bernard (1938) の「人びとが共通の目的を持って貢献しようとする時、組織が成立する」という考えにもとづいている。

この論文では、フリーライダーが少ないことを、組織活性化の指標とする。「フリーライダー」とは、組織の目的に十分に貢献していない人をさす。反対に組織に十分に貢献している労働者を、「貢献者」とよぶ。

1.2 問題

理想的には、労働移動があると、組織内の労働市場 (内部労働市場) でも、組織外の労働市場 (外部労働市場) でも競争が働く。すると、労働者はエンプロイアビリティ (雇用される能力) を高めようとするし、組織は労働者の転職前の履歴を参照できる。その結果、良質な労働者である貢献者が、組織に集まるはずである。

ただし、こうした労働移動の効果はかりにマクロな組織の水準で妥当しても、マイクロな個人の水準ではややもすると諸刃の剣となりうる。組織に貢献者が集まることもあれば、逆にフリーライダーが増えるかもしれないためである。

そこでこの論文では、転職による労働移動が、組織活性化にプラスとなるのかマイナスとなるのかを検討する。具体的には、次の問題を検討する。

問題 転職入職者と離職者は、フリーライダーか。

労働移動が組織を活性化するには、(1) 新たに転入してくるのは貢献者であり、(2) しかも転出していくのはフリーライダーである、ということが条件となる。もし逆に、フリーライダーが入ってきたり、貢献者が退出するならば、組織はむしろ停滞するかもしれない。

2. 先行研究と仮説

2.1 転職研究

ところがこれまで、転職研究と組織活性化研究が十分にリンクしてこなかった。

転職研究では、転職者が組織活性化にとってどのようなタイプの労働者かを、まだ解明していない。これまで転職研究は、転職の原因、過程、結果を明らかにしてきた。転職の原因は、自己都合による「自発的理由」と会社の都合による「非自発的理由」とにおおきく分かれる。

自発的理由はさらに、健康・進学・家庭問題といった「個人的理由」と「仕事に関連した理由」とに分かれ、仕事関連には不満などの「プッシュ要因」とよりよい仕事を目指す「プル要因」がある（渡辺 1999）。30代40代の男性雇用労働者のうち、非自発的転職者が1〜3割なのに対して、自発的な転職者は各年代で7〜9割を占めている（ワークス研究所 2003）。

転職の過程では、フォーマルな情報にくわえて「人的ネットワーク」に基づく情報が役立つ（Gravonetter 1974, 渡辺 1998）。特に高いステータスの人にネットワークがあると、転職に有利である（Lin 1990）。

転職の結果として一般に、収入は下がるが、満足度は上がる（日本労働研究機構 2003, 守島 2001）。自発的離職で、特にプル要因で転職したのであれば、非自発的な場合を収入・満足度ともに上回る（中村 2001）。なお、産業間や職業間の移動は少ないが、転職先の組織規模は転職前とくらべて小さくなる傾向がある（労働大臣官房政策調査部 2000）。

2.2 組織活性化研究

他方、組織活性化研究はこれまで、組織への貢献と転職との関連を調べてこなかった。組織活性化と労働移動の関係に最初に着目したのは、Bernard (1938) や March and Simon (1958) の組織均衡論であった。彼らによると、個人は組織で活動する時に、「参加するかどうか」の意思決定と、参加したならば「貢献するかどうか」の意思決定をする。もし貢献に見合う報酬を組織から得られるなら、参加し続ける。もし報酬が不十分だと、個人は組織から退出するはずである。

組織への貢献の度合いを、March and Simon (1958) は個人の「モチベーション」として捉えた。これにもとづいて、日本ではモチベーションが高い人ほど、転職しないで定着することが報告されている（高橋 1997）。また、活性化した組織ほど、新製品の開発が盛んである（矢野 1992）。

その一方で、貢献をモチベーションではなく、直接測定することも試みられている。貢献的な行動は「協力 Cooperation」「組織市民行動 Organizational citizenship behavior」と、反対に貢献しないことは「ただ乗り Free-riding」「社会的手抜き Social loafing」「さぼり Shirking」と概念化されてきた（Kidwell and Bennett 1993）。たとえば、内発的モチベーションが高い人ほど、組織に貢献する（George 1992）。

2.3 仮説

したがって、労働者と組織がどちらも合理的ならば、転職入職者には貢献者が多いただろう。労働者は初職への入職と比べて、転職による入職では、より自分に適した職場を選択できる。他方組織の側は、入職者の過去の履歴を参照できるので、より組織に適した労働者を選べるはずだ。その結果、労働者と組織のマッチングが改善されて、労働者は組織に貢献することが期待できる。

仮説 1（転職入職者） 転職経験者には、貢献者が多いただろう。

つぎに、離職するのは、組織均衡論にしたがえば貢献者が多いただろう。もし職場にフリー

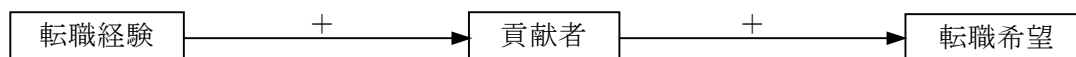


図 1. 仮説

ライダーがいたら、貢献者は彼らに搾取されるので、貢献に対して報酬が見合わないと思うだろう。参加者が組織に不満がある時、他人を排除することが不可能ならば、「退出」することがもっとも効果的な手段である（Hirschman 1970）。

他方フリーライダーは、たいして貢献していないのに、それなりの報酬を得ている。したがって、わざわざ転職するよりも、そのまま定着して組織に「ぶら下がる」ことを選択するはずである。

ただし以下では、データの制約から、実際に組織から転出することの代わりに、転職の「希望」の有無を調べる（図 1）。

仮説 2（離職者） 転職を希望するのは、貢献者が多いだろう。

3. 方法

3.1 データ

データは、科学研究費プロジェクト「秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ」で、「転職と働き方に関する意識調査」を実施して得た。

- ・調査実施時期：2004 年 3 月 3 日 17：18～4 日 17：57.
- ・調査方式：インターネット上での、自計式の質問紙調査。最短 73 項目，最長 100 項目。
- ・調査実施機関：マイボイス社。
- ・調査対象：全国の 30 代・40 代男性，雇用フルタイム労働者（正規従業員，派遣，契約社員を含み，パート，アルバイトを除く）。
- ・サンプリング方法：全登録モニター約 15 万人のうち，調査対象に該当する 48,850 人から，無作為抽出。
- ・計画サンプル：2,400.
- ・有効サンプル：810（最初に回答した 815 人から条件外の 5 人を除く，回答率 33.8%）。
- ・依頼方法：「働き方と転職についてのアンケート」として，800 人で回収を終えることを明示して，3 月 7 日までの回答を電子メールで依頼。
- ・謝礼：調査会社を通じて 250 円分のポイントが回答者に加算。

対象を 30 代・40 代の男性に限定したのは，この層が転職をもっとも真剣に考えるだろうからである。

この論文では，サンプルのうち職業が欠損・その他の 147 人と，自営業者の 6 人を除いて，657 人を分析の対象とする。これは，「専門・技術」「管理」「事務」「販売」職のホワイトカラー労働者に着目するからである。ホワイトカラー労働者の仕事は，ブルーカラーの仕事よりもモニターが困難で，境界が曖昧である。そのため，そうした職場では「いかにフリーライダーを減らして，組織への貢献を動員するか」が常に課題となる。

回答者の属性は、以下の通りである。他の調査と比較すると、転職経験率はほぼ一致するが、転職希望は高い。これは、調査のタイトルを「働き方と転職についてのアンケート」としたため、転職に関心の高い人が回答したためであろう。職業と産業の分布については、付録参照。

- ・平均年齢 38.8 歳，大卒以上 69.1%，年収メディアン 500-700 万円 (32.3%)，既婚者 71.2%。
- ・課長以上 29.2%，平均勤続年数 11.9 年。
- ・1～299 人の組織に勤務 47.2%，300～999 人の組織に勤務 15.2%，1000 人以上の組織に勤務 36.7%。
- ・転職経験者 42.0% (NTT データ 1998 では 30 代 40 代の男性雇用フルタイム・ホワイトカラー労働者で 36～42%)，平均転職回数 0.77 回。
- ・転職希望者 62.9% (ワークス研究所 2003 では 30 代 40 代の男性雇用フルタイム労働者で 24～41%)

なお一般にフルタイム労働者を調査対象にすると、ランダムサンプリングに基づいた郵送・面接・電話などの調査では、回収率が著しく下がることが知られる。この研究では、そうした層が調査対象のため、インターネット調査（ウェブ調査）を行った。インターネット調査には、職業を限定できるという利点もある（インターネット調査の利点と注意点は労働政策研究・研修機構 2005 参照）。

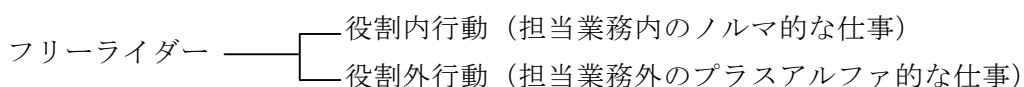
ただし、インターネット調査では回答者が登録モニターに限られるため、回答が偏る危険がある。今回の調査では、職業と産業を母集団の分布と比較したら、おおむね似たパターンとなっていた（付録参照）。職業では管理職が少ないことと、産業では製造業が多く卸・小売・飲食業が少ないことが目立つ。

また、回答は先着順であったが、回答順序は年齢，学歴，年収，職業，産業，組織規模，職位と有意な相関はなかった。労働政策研究・研修機構 (2005) によれば、回答順序は属性や態度と関連を持たない。

3.2 従属変数

仮説 1 の従属変数として、労働者が現在の職場ではたして貢献者なのかフリーライダーかを測定するために、2つの質問項目を用いる。組織研究では、フリーライダーが現れる場面を、役割内行動と役割外行動に分ける。それぞれ時間の中で安定しているし、互いに相関が高い (Van Dyne and LePine 1998)。

「役割内行動 In-role behavior」は、売り上げを達成するなど、自分の担当業務内の仕事としてノルマ的にこなされる。「役割外行動 Extra-role behavior」は、後輩を教育するなど、担当業務外だが誰かがやる必要のある仕事で、プラスアルファ的にこなされる。



これらを参考にして、役割内行動を「同じチームの仲間が熱心に働いている時は、自分は

表1 変数の合成

| 変数 | 項目 | α |
|---------|---|----------|
| モチベーション | 「自分の仕事については、人並のやり方には満足せずに、つねに改善するよう心がけている」「自分は、短期的見通しというよりも、長期的展望に基づいて仕事をしている」 | .56 |
| コミットメント | 「自分が所属する組織（会社・団体）に対して、高い忠誠心を持っている」「自分が日常的に接する職場の仲間に対して、強い連帯感を感じる」 | .68 |
| 貢献傾向 | 「自分個人の利益より、自分が所属する集団の利益を重んじるほうだ」「粘り強くものごとに取り組むほうだ」「周囲の人が面倒くさがってやりたがらないことでも、自分は進んで行うほうだ」「班やグループで分担する仕事や義務などは、なるべく避けるほうだ（逆転）」 | .54 |

むしろ手を抜くほうだ」で測定して、逆転した上で「チームワーク度」とよぶ。これは、チームワークにおいて、手を抜かないことを表す。

役割外行動には「職場の後輩の面倒はよく見るほうだ」を用いて、「教育度」とよぶ。どちらも、「そう思う=5」「ややそう思う=4」「どちらともいえない=3」「あまりそう思わない=2」「そう思わない=1」の5点尺度で聞いた。

仮説2の従属変数として、「転職希望」項目を用いる。一時点での調査では、これから転出するかどうかを行動として観測することはできない。そこで、「良い機会を見つけたら、転職したいと思う」という現時点での態度で代用する（5点尺度）。

3.3 独立変数と統制変数

独立変数として、仮説1では「転職経験ダミー」（経験あり=1, なし=0）を用いる。仮説2では、チームワーク度と教育度のそれぞれの効果を確認するために、別々に投入する。

統制変数として、職場における「モチベーション」と「コミットメント」、また職場の行動に限定されない長期的で心理的な「貢献傾向」という3つの合成変数を作る。どれも高いほど、組織に貢献するだろうが、概念として貢献行動と区別するべきである。複数の5点尺度の平均値とする（表1）。

これ以外に統制変数として、年齢、大卒以上ダミー（大学卒と大学院卒）、年収、勤続年数、既婚ダミー、課長以上ダミー、部長以上ダミー、組織規模300人以上ダミー、組織規模1000人以上ダミー、4つの職業ダミー（専門・技術、管理、事務、販売）、10の産業ダミー（農林水産、建設、製造、運輸・通信、卸・小売・飲食、金融・保険、不動産、サービス、公務員、その他）、職場への満足度（5点尺度）を用いる。もし共線性がある場合は、VIF<1.6を基準として分析から除く。

3.4 統計モデル

検定では、線型回帰分析を行う。仮説1は、

チームワーク度または教育度 = $\alpha + \beta_1$ 転職経験ダミー + β_2 統制変数1 + β_3 統制変数2 + …
というモデルで検定する。仮説2では、チームワーク度と教育度をべつべつに投入して、

表 2 記述統計

| | 平均 | 標準偏差 | 相関係数 | | | | | | | |
|------------|------|------|-------|------|-------|-------|------|------|------|--|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 1. チームワーク度 | 3.74 | 0.86 | | | | | | | | |
| 2. 教育度 | 3.47 | 0.92 | 0.21 | | | | | | | |
| 3. 転職経験 | 0.42 | 0.49 | 0.09 | 0.12 | | | | | | |
| 4. 転職希望 | 3.71 | 1.01 | 0.08 | 0.04 | 0.25 | | | | | |
| 5. モチベーション | 3.59 | 0.73 | 0.14 | 0.33 | 0.18 | 0.13 | | | | |
| 6. コミットメント | 3.02 | 0.90 | 0.08 | 0.21 | -0.04 | -0.27 | 0.22 | | | |
| 7. 貢献傾向 | 3.11 | 0.51 | 0.09 | 0.19 | 0.14 | 0.02 | 0.28 | 0.27 | | |
| 8. 職場満足 | 3.02 | 1.08 | -0.02 | 0.04 | 0.12 | -0.27 | 0.14 | 0.37 | 0.10 | |

転職希望 = $\alpha + \beta_1$ チームワーク度または教育度 + β_2 統制変数 1 + β_3 統制変数 2 + …

というモデルで検定する。

独立変数はかならず残すが、統制変数が 10%水準で有意でない場合は分析から除く。

4. 結果

4.1 記述統計

記述統計は表 2 の通りである。チームワーク度と教育度の相関は 0.21 あり、先行研究と一致する (Van Dyne and LePine 1998)。それらと転職経験、転職希望との相関は、0.1 前後である。

4.2 仮説 1 の検証

まず仮説 1 を検証するために、チームワーク度と教育度を従属変数として回帰分析を行った (表 3)。年齢、年収、勤続年数、組織規模 1000 人以上ダミーは、転職経験と共線性を持つため分析から除いた。

その結果、転職経験がある人ほど、チームワーク度 (同僚が熱心な時自分も手を抜かない) と教育度 (後輩の面倒をよく見る) のどちらも高く、貢献者であることが分かった (5%水準で有意)。また、独立変数を転職経験ダミーから転職回数 (0~4 回) へと代えても、回数が上がるほど有意に協力的になる。したがって、仮説 1 は検証された。

なぜか。おそらく、労働者と組織の間のマッチングがよくなったためであろう。傍証として、転職経験者 278 人の間で、転職によって「上司との関係」への満足度が上がっている (表 4)。調査では、転職経験者に 10 の側面について、現在の職場と一つ前の職場で満足度をきいた (5 点尺度)。対応のある平均値の差の検定を行った結果、そのうち 5 つの側面で有意な差があった。ただし、給与や評価では満足度が低下している。

この時、「もともと貢献的な人が転入した」わけではないことに、注意したい。貢献傾向が、有意な効果を持たなかったからである。また、転職経験の代わりに勤続年数を投入すると、有意な負の効果を持つ (勤続年数が長いほど、フリーライドする)。

表3 仮説1の回帰分析

| 独立変数 | 従属変数 | |
|---------|-------------|--------------|
| | チームワーク度 | 教育度 |
| 転職経験ダミー | .15(.07) * | .16(.07) * |
| モチベーション | .13(.05) ** | .36(.05) *** |
| コミットメント | .09(.04) * | .18(.04) *** |
| 職場満足 | -.07(.03) † | -.06(.03) † |
| R^2 | .032 | .139 |

$N=657$. † $p<.10$, * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$.

VIF<1.6 かつ $p<.10$ のみ. 非標準化係数と標準誤差.

表4 転職経験者における、現在と過去の満足度の比較

| | 現在の平均 - 転職前の平均 (標準誤差) |
|---------|-----------------------|
| 上司との関係 | .24 (.09) * |
| 通勤時間 | .20 (.10) † |
| 給与 | -.31 (.10) ** |
| 能力・実績評価 | -.25 (.09) ** |
| 研修機会 | -.36 (.09) *** |

$N=276$. † $p<.10$, * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$.

結果1 (転職入職者) 転職経験者ほど、貢献者が多い。つまり、チームワークで手抜きをしないし、後輩をよく教育する。これは、マッチングが改善されるためであろう。

モチベーションは、どちらにも正の効果を持つ。これは、George (1992) の結果と一致する。統制変数のうち、貢献傾向、既婚、課長・部長以上といった職位、組織規模、職業、産業はどれも、有意な効果を持たなかった。

なお、全体にチームワーク度よりも教育度の方が、大卒以上ダミー、モチベーション、コミットメントといった統制変数の効果が高い。これは、後輩の教育という担当業務外の行動の方が、業務に手を抜かないということよりも、純粋に職場への貢献を表すからであろう。

4.3 仮説2の検証

つぎに仮説2を検証するために、転職希望を従属変数として回帰分析を行う(表5)。ここではモチベーションはチームワーク度と教育度の原因と想定しているので、統制変数に入れない。またコミットメントと職場満足は、転職希望に似た効果を持つだろうから、コミットメントだけを投入した(職場満足を投入しても同様の結果を得るが、チームワーク度と教育度の効果が下がる)。年齢は勤続年数と共線性を持つため、投入しなかった。

すると、チームワーク度、教育度ともに、正の効果を持つ(5%水準で有意)。したがって、仮説2は検証された。

仮説を設定する時に、これは貢献者がフリーライダーから搾取されることを嫌がるためと考えた。このことは、「同僚のやる気」との関連からも支持できる。現在の職場で「同僚のやる気」にどれだけ満足しているかを、5点尺度で聞いた。転職希望は、この同僚のやる気

表5 仮説2の回帰分析（非標準化係数と標準誤差）

| 独立変数 | モデル1 | モデル2 |
|---------|-----------------|-----------------|
| 大卒以上ダミー | -0.16 (.08) * | -0.16 (.08) * |
| 勤続年数 | -0.03 (.01) *** | -0.03 (.00) *** |
| 公務員ダミー | -0.60 (.15) *** | -0.61 (.15) *** |
| チームワーク度 | .09 (.04) * | |
| 教育度 | | .10 (.04) ** |
| コミットメント | -0.27 (.04) *** | -0.28 (.04) *** |
| R^2 | .174 | .177 |

$N=653$. † $p<.10$, * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$.

VIF<1.6 かつ $p<.10$ のみ. 従属変数=転職希望.

への満足度との相関が-0.11で、1%水準で有意であった。まわりにフリーライダーがいて不満がある人ほど、転職を希望すると解釈できる。

結果2（離職者） 転職を希望するのは、貢献者が多い。つまり、チームワークで手を抜かない人ほど、または後輩をよく教育する人ほど、転職を希望する。これは、フリーライダーの同僚から搾取されることを回避するためであろう。

統制変数の効果の傾向は、中村（2001）、ワークス研究所（2003）といった先行研究と一致する。学歴が高いほど、勤続年数が長いほど、公務員ほど、既婚者ほど、職場へのコミットメントが高いほど、現在の職場に満足しているほど、定着を希望している。

なお統制変数のうち、貢献傾向、既婚、職位、組織規模、職業、公務員以外の産業は、有意な効果を持たなかった。

5. 結論

5.1 要約

この論文では、転職による労働移動が組織を活性化するかどうかを検討した。そのために、組織へあたりに転入する転職入職者と組織から転出する離職者が、組織を活性化させる貢献者か、逆にフリーライダーなのかを調べた。データは、30代40代の男性雇用フルタイム・ホワイトカラー労働者を対象として、「転職と働き方に関する意識調査」によって得た（分析対象657人）。

回帰分析によって、つぎの結果を得た。統制変数の効果は、先行研究の結果と一致した。

(i) 転職入職者には、チームワークで手抜きをしなかったり、後輩を指導するような、組織に貢献する者が多い（結果1）。また、モチベーションが高い人ほど、組織に貢献する。

(ii) そうした労働者は、転職を希望しがちである（結果2）。また、学歴が高かったり勤続年数が長いほど、公務員ほど、定着を希望する。

以上より、30代40代の男性雇用フルタイム・ホワイトカラー労働者について、次のことを結論できる（図2）。

結論 転職経験者と転職希望者は、どちらもフリーライダーではなく貢献者である。つまり、

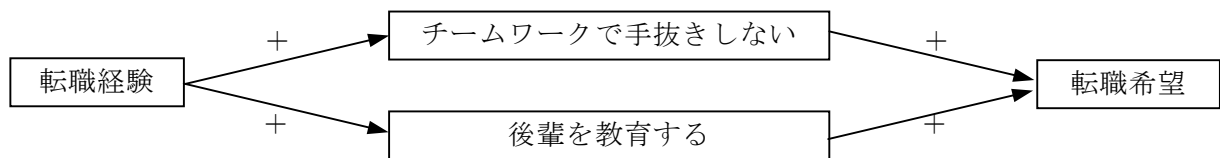


図 2. 分析結果

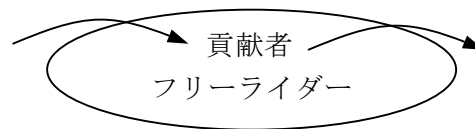


図 3. 労働移動の効果

どちらもチームワークで手を抜かないし、後輩の面倒をよるみる。

5.2 実践的含意

この結論から、以下の含意を得る。

含意 転職による労働移動は、組織活性化にとって諸刃の剣である。転入者は組織に貢献することが多いが、同時に流出しやすい（図 3）。

転入者が組織に貢献的なのは、おそらく労働者と組織のマッチングが改善されるためであろう。そうしたメンバーが転職を希望しがちなのは、職場のフリーライダーから搾取されることを、嫌がるためのものである。

そこで、組織を活性化させるためには、積極的に転入者を受け入れることが効果的であろう。その一方で、良質な労働者が入ってきたら、彼らをできるだけ組織に定着させることが課題となる。そのためには、なんらかのかたちで貢献的な労働者とフリーライダーを区別することが不可欠である。その上で、労働者の貢献度に応じて評価できるように、評価システムを設計することが役立つ。

5.3 議論

(i) この論文では、マイクロな個人のレベルの意思決定に焦点を当てた。今後は、今回の結果が、マクロな組織のレベルにもリンクしているかを確かめたい。そのためには、いくつかの組織で組織調査を行って、労働移動の度合いと業績の関係を検討する必要がある。

(ii) 今回は調査対象を、30代40代男性雇用フルタイム・ホワイトカラー労働者に限定した。今後は、女性やブルーカラー労働者の間で、労働移動が組織活性化にどう結びついているかを調べることができよう。

(iii) 仮説 2 で離職者のタイプを調べる時に、この論文では「転職の希望」を用いた。もし実際にその後離職したかどうか分かれば、こうしたタイプをより正確に把握できる。そのためには、パネルデータの利用が役立つだろう。

付録：サンプルの職業分布, 産業分布

職業分類は、フェイス項目から次のように対応させた。

- ・専門・技術職：「基礎・技術研究」「技術開発・設計」「情報処理（システム）」「広報・編集」。
- ・管理職：「企業等の経営者・役員」「個人事業主・店主」。
- ・事務職：「商品企画・開発」「経営・事務企画」「製造・生産・品質管理」「物流・配送」「人事・総務・経理」「調査・広告・宣伝」。
- ・販売職：「営業・販売」「購買・仕入」。

産業分類は、フェイス項目をそのまま利用した。参考として、2002年『就業構造基本調査』における男性雇用ホワイトカラー（専門・技術、管理、事務、販売）労働者の分布を挙げる。年齢別の表は存在しないので、すべての年齢層が含まれる。

表 A1. サンプルの職業分布

| | 母集団 (モニター) | サンプル | サンプル中の ホワイトカラー | 就業構造基本調査 2002 |
|-------|---------------|-------|-------------------|------------------|
| 専門・技術 | 27.8% | 31.9% | 38.9% | 26.4% |
| 管理 | 4.1% | 4.5% | 5.4% | 11.2% |
| 事務 | 26.2% | 26.9% | 32.7% | 30.8% |
| 販売 | 18.4% | 18.8% | 22.9% | 31.6% |
| その他 | 23.5% | 17.9% | | |
| 合計人数 | 48,850 | 810 | 657 | 15,790,300 |

表 A2. サンプルの産業分布

| | 母集団 (モニター) | サンプル | サンプル中の ホワイトカラー | 就業構造基本調査 2002 |
|---------|---------------|-------|-------------------|------------------|
| 農林水産 | .6% | .1% | .2% | .3% |
| 建設 | 7.5% | 7.5% | 7.5% | 6.7% |
| 製造 | 28.7% | 28.2 | 33.5% | 16.3% |
| 運輸・通信 | 7.1% | 7.5% | 8.0% | 11.0% |
| 卸・小売・飲食 | 8.3% | 8.0% | 9.5% | 25.6% |
| 金融・保険 | 4.3% | 5.2% | 5.7% | 5.0% |
| 不動産 | 1.5% | 1.9% | 2.1% | 1.9% |
| サービス | 20.7% | 19.9% | 20.5% | 14.1% |
| 公務員 | 9.5% | 11.3% | 6.2% | 6.5% |
| その他 | 11.8% | 10.3% | 6.8% | 12.8% |
| 合計人数 | 48,850 | 810 | 663 | 15,790,300 |

【文献】

Bernard, Chester Irving. 1938. *The Functions of the Executive*. Harvard University Press. = 1968. 山本安次郎・田

- 杉競・飯野春樹訳『経営者の役割』ダイヤモンド社。
- George, Jennifer M. 1992. “Extrinsic and Intrinsic Origins of Perceived Social Loafing in Organizations.” *Academy of Management Journal* 35:191-202.
- Gravonetter, Mark. 1974. *Getting a Job: A Study of Contacts and Careers*. University of Chicago Press. =1998, 渡辺深訳『転職：ネットワークとキャリアの研究』ミネルヴァ書房。
- 平田周一. 2002. 「流動化する労働市場？」原純輔編『流動化と社会格差』ミネルヴァ書房。
- Hirschman, Albert O. 1970. *Exit, Voice, and Loyalty: Responses to Decline in Firms, Organizations and States*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- 河合忠彦・高橋伸夫. 1992. 「組織活性化の展望」『組織科学』26: 2-6.
- Kidwell, Ronald E. and Nathan Bennett. 1993. “Employee Propensity to Withhold Effort: A Conceptual Model to Intersect Three Avenues of Research.” *Academy of Management Review* 18: 429-56.
- 小林盾・大浦宏邦・谷口尚子. 2004. 「転職と職場のフリーライダー問題：転職に関する意識調査(1)」『第38回 数理社会学会大会 研究報告要旨集』pp.42-45.
- 厚生労働省大臣官房統計情報部. 2003. 『平成14年雇用動向調査』.
- Lin, Nan. 1990. “Social Resources and Social Mobility: A Structural Theory of Status Attainment.” *Social Mobility and Social Structure*, edited by Ronald L. Breiger. NY: Cambridge University Press.
- March, James G. and Herbert Simon. 1958. *Organizations*. New York: John Wiley and Son. =1977. 土屋守章訳『オーガニゼーション』ダイヤモンド社。
- 守島基博. 2001. 「転職経験と満足度：転職ははたして満足をもたらすのか」猪木武徳・連合総合生活開発研究所『「転職」の経済学：適職選択と人材育成』東洋経済新報社。
- 中村二郎. 2001. 「誰が企業を辞めるのか：離職志向と企業内におけるマッチング」猪木武徳・連合総合生活開発研究所『「転職」の経済学：適職選択と人材育成』東洋経済新報社。
- 日本労働研究機構. 2003. 『転職のプロセスと結果』. 資料シリーズ137.
- NTT データ. 1998. 『情報化社会とホワイトカラーのワークスタイル』. NTT データ技術開発本部システム科学研究所。
- Olson, Mancur. 1965. *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*. Harvard University Press. =1983. 依田博・森脇俊雅訳『集合行為論：公共財と集団理論』ミネルヴァ書房。
- リクルートワークス研究所. 2003. 『ワーキングパーソン調査2003』.
- 労働大臣官房政策調査部. 2000. 『転職者の実態（平成10年調査）：転職者総合実態調査報告』.
- 労働政策研究・研修機構. 2005. 『インターネット調査は社会調査に利用できるか：実験調査による検証結果』労働政策研究報告書17.
- 佐分利応貴・柘本純. 2001. 「ミスマッチ解消と適職選択の課題」猪木武徳・連合総合生活開発研究所『「転職」の経済学：適職選択と人材育成』東洋経済新報社。
- 総務省統計局. 2003. 『平成14年就業構造基本調査』.
- 高橋伸夫. 1997. 『日本企業の意思決定原理』東京大学出版会。
- Van Dyne, Linn and Jeffrey A. LePine. 1998. “Helping and Voice Extra-Role Behaviors: Evidence of Construct and Predictive Validity.” *Academy of Management Journal* 41: 108-119.
- 渡辺深. 1998. 「ジョブ・マッチングとキャリア・ネットワーク：転職過程の事例研究」. 富永健一・宮本光晴編『モビリティ社会への展望』慶應義塾大学出版会。
- . 1999. 『「転職」のすすめ』講談社。

【謝辞】

調査票の作成と分析にあたり、特に秋吉美都氏、大浦宏邦氏、籠谷和弘氏、高橋康二氏、高橋伸夫氏、谷口尚子氏、藤山英樹氏に感謝します。初期の草稿は小林・大浦・谷口(2004)として発表されました。調査票は、プロジェクトのウェブページで公開しています (<http://civitas.e.yamagata-u.ac.jp/evogame/kaken/default.htm>)。

ジレンマ・ゲームとしての転職

—協力者は移動するか—

秋吉美都
(専修大学)

【要旨】

転職にかんする社会学的研究が明らかにしてきたように、社会現象としての転職は、その原因も帰結も、個人のイニシアチブに還元できない。しかし同時に、転職を純粋に構造の変動にはじまり構造の変動に終わる現象と説明することは妥当ではない。転職経験は、個人の戦略、行動、態度に影響する。本稿は「男性常勤雇用者全国調査」の分析をもとに、社会的ジレンマ状況における協力者の移動として転職を解釈できる可能性を示唆する。その理由として、(1) 協力者の方が転職しやすいと考える暫定的な証拠がある、(2) コミットメントの弱い者が転職しやすいとはいえない、(3) モチベーションの高いものが転職しやすい、(4) 転職を経験した者の方が、転職を希望する傾向があることが示される。

キーワード：転職，移動，社会的ジレンマ

1. 移動を説明する三つの認識論——本稿の位置づけ

転職経験は、個人の戦略、行動、態度にかんして、J. デイビスの言う意味での「肥沃な」(fertile)変数である(Davis 1985)。「肥沃な」変数とは、多くの変数に影響する変数のことである。転職にかんする社会学的研究が明らかにしてきたように、たしかに社会現象としての転職は、その原因も帰結も、個人のイニシアチブに還元できない。転職はH. ホワイトの言うように「空席」の移動であり、M. グラノヴェッターの言うように「弱い紐帯の強さ」が効く領域でもある(White 1970, Granovetter 1973)。しかし同時に、転職を純粋に構造の変動にはじまり構造の変動に終わる現象と説明するのは妥当ではない。なぜなら転職経験のある人と無い人とでは戦略、行動、態度に明らかな違いが見られるからである。以上が本稿の主要な主張である。

このことは、より一般的な文脈で言うならば、本プロジェクトの実験班が見出した「協力性の高い人の方が協力性の低い人より移動を選択する傾向がある」ということと密接にかかわっている。しかし、本稿は調査班の一部に位置づけられるものであり、結果としての知見は実験のそれと同一であっても、その提示の道筋は異なる。その理由は社会科学には複数の認識論が存在していることによる。本報告書の他の研究と本稿の関連を示すために、本題に入る前に、少し寄り道になるが、複数の認識論について言及しておきたい。

ここで依拠するのはA. アボットによる認識論の整理である。社会科学の課題を社会現象の説明であるとするならば、それはすなわち社会現象の「常識的な理解」を何らかの方法で

超越することである，とアボットは論じる (Abbott 2004) . この超越の方法を，アボットは「プラグマティック・プログラム」(pragmatic program), 「セマンティック・プログラム」(semantic program), 「シンタクティック・プログラム」(syntactic program), の3つに区分する。

ごく簡潔にアボットの議論をまとめると，プラグマティック・プログラムは「何かに介入することができる」ことをもって説明とする。このプログラムは，たとえば貧困の原因がわかれば，貧困を根絶できる，というような含意を持つ。セマンティック・プログラムは「直感的な理解を可能にすること」をもって説明とする。常識的に考えて「腑に落ちる」ところまで行けば説明は達成されたとする視座である。たとえば，利他主義的な行動は，分析の結果自己中心的な行動であると判明すれば，このプログラムの立場での説明は達成されることになる。最後に，シンタクティック・プログラムは，説明そのものの複雑性と単純性の両立を基準として成立するものである。この立場から行われる説明は，極論すれば直観に反するものでも，「信じられない」ものでもかまわない。論理に内在的な基準，すなわち論理的整合性，エレガントさ，というものがシンタクティック・プログラムには重要である。フロイトやピアジェの理論がシンタクティック・プログラムの代表的な例である (Abbott 2004:9-11)。アボットはさらにこの3つの立場のそれぞれに抽象的なバージョンと，具体的なバージョンを区別することができるとしている。

この複数の認識論に即して多少強引な分類を試みるならば，本報告書の一部は「シンタクティックな説明プログラムの抽象バージョン」であるフォーマリゼーションに依拠している，と考えることができるだろう。実験は，アボットによって「プラグマティックな説明プログラムの具体バージョン」とされている。それに対して，本稿を含む，調査結果に基づく報告が立脚するのは，「プラグマティックな説明プログラムの抽象バージョン」である「標準的因果分析」(standard causal analysis, SCA)である。

このプロジェクト全体の強みは，プロジェクト全体に参加していない筆者が指摘することは僭越であるが，複数の説明プログラムが相補的に機能していることであろう。しかしまさにその強みゆえに，その成果の多様性に違和感を覚える人はプロジェクトの中にも外にもいると考える。他の説明プログラムの立場に立つ読者や，あるいは特定の認識論を意識しない読者にとって，以下の報告は「まどろっこしい」，「レリバンスがよくわからない」，「エレガントでない」という印象を与えるかもしれない。たとえば現実のデータをあまり使わずにモデルを構築できるフォーマリゼーションに比べれば，SCAは測定誤差や観測されない異質性の影響を免れえないために「エレガント」ではない。以上のような認識論の差異を指摘して，本報告書を通読して違和感を覚える読者の寛恕を請いたい。

2. 従来の転職研究と「ジレンマ」視点の意義

さて，本稿のテーマは転職である。本稿はプロジェクトの一環として行われた，「男性常勤雇用者全国調査」(以下「転職調査」)のデータにもとづく。調査の方法などの詳細については末尾の付録を参照されたい。本プロジェクトでは転職は「移動」というできごとの現

実社会—より具体的には労働市場と組織という文脈—における例として取り上げられた。プロジェクトの実験部分では、「協力者の方が移動する」という知見が得られた。現実の労働市場でも、公共財の形成に協力的な者の方が移動、すなわち転職を選好するだろうか、というきわめて素朴な疑問がここから考えられる。この素朴な疑問は、もし協力者の方が移動するのであれば、それを促進することが公共の利益につながる、という重要な政策的含意を持つ。

しかしこの素朴な疑問の背後にはさらに素朴な疑問が連なる。そしてそれが本稿の「問い」である。労働市場における移動、「転職」はそもそもどのような社会的現象なのだろうか。これはまた、転職に関する社会学的研究が古くから取り組んできた中心的な問題でもある。

転職現象はさまざまな社会過程の「帰結」と「原因」の双方の観点から研究されている。「帰結」にかんする研究にとっては、転職が起きる状況を特定することが課題であり、これは伝統的には構造、労働者、労働者の置かれるネットワークという三つの観点から考察されてきたといえるだろう。「構造」側に着目する研究には「空席の鎖」(vacancy chain)、組織のポピュレーション・エコロジー、労働市場のポリティカル・エコノミーに注目するものがある(White 1970, Buckmueller and Valletta 1996, Antel 1991, Fujiwara-Greve and Greve 2000)。

「労働者」個人に着目する研究には、その社会経済的地位特性、デモグラフィック的特性を焦点にするものがある。また両者の中間には、労働者のネットワーク上の地位に着目する研究がある(Granovetter 1973, 渡辺深 1991)。転職はまた、労働者の社会的・経済的地位達成、精神的健康、家族の経験する物質的・心理的負荷などに作用する「原因」としても関心を集めている(Ali and Avison 1997)。

社会過程の帰結として、また原因として「転職とはどのような社会現象だろうか」という素朴な疑問が本稿の議論上の「問い」であり、ここでは「協力と移動」の問題は、これらの転職にかんする社会学的研究に関連して再提起される課題となる。このような問いを提起する目的は、行為作用と構造、主意主義と決定主義の対立を再生産することではない。むしろ目的は、職場を社会的ジレンマ・ゲームの場と見ることで、行為作用と構造、それぞれを重視する説明の、いわば間隙にあってあまり省みられることのなかった変数の役割を解明することである。社会的ジレンマとは、個人としては協力行動より非協力行動をとった方が利益が大きいが、全員が非協力を選べば全員の利益が小さいという状況のことである(Dawes 1980)。個人にとって合理的な非協力という行動が、全員にとっては非合理的な行動になる状況といってもよい。

転職はどこまで社会的ジレンマ状況における移動のアナロジーで記述できるだろうか。もし転職がジレンマ状況の移動のアナロジーから理解できるのであれば、転職を説明する上で、構造でもネットワークでも労働者個人の社会経済的特性でもデモグラフィック的特性でもなく、行動に一定の役割を付与することが妥当だろう、という見込みが本稿の出発点である。そして冒頭に述べたように、転職が戦略、行動、態度にかんする「肥沃」な変数である、ということが結論である。以下で「転職調査」のデータをもとにこの主張の根拠を示す。

3. だれが転職しているのか——転職者の社会経済的地位と社会的背景

表1: 転職数

| | 頻度 | 割合 (%) |
|-------|------|--------|
| 0社 | 480 | 16.5 |
| 1社 | 1183 | 40.7 |
| 2社 | 624 | 21.5 |
| 3社 | 340 | 11.7 |
| 4社 | 112 | 3.9 |
| 5社 | 62 | 2.1 |
| 6社以上 | 66 | 2.3 |
| わからない | 26 | 0.9 |
| 無回答 | 12 | 0.4 |

出典: JGSS

3.1 転職の分布

転職とはどのような社会現象だろうか。この問題をまず、労働者個人の社会的経済的特性という観点から検討してみよう。どのくらいの割合の労働者が転職を経験、あるいは希望しているのだろうか。また、転職する労働者は転職しない労働者と比べて社会的・経済的にどのような特徴があるのだろうか。

まず、転職経験や転職希望の有無をいくつかのデータをもとにみると、転職は今日の日本の労働者にとって身近な経験であるということがいえそうである。「転職調査」では、810人の回答者のうち、約4割にあたる334人が転職を経験している。また、かなりの割合の回答者が転職希望を持っている。「良い機会を見つけたら、転職したい」という文章について、「そう思う」と答えた人は185人(22.8%)、また「ややそう思う」と答えた人は313人(38.6%)であり、合わせて61.5%の人が転職に対して前向きな考えを持っていることが明らかになった。ただし、この数字にはいわゆる「自己選択」の問題があり、男性常勤雇用ホワイトカラーという母集団の性格を考慮しても代表性という面ではやや限界がある。そこで、母集団の性格は「転職調査」と異なるが、代表性にかんして、より厳密に設計した調査である日本版 General Social Surveys (以下 JGSS) のデータを参照してみよう。⁽¹⁾ここでは2002年のデータ(JGSS-2002)を用いる。JGSSには、正規職員として勤務した組織の数を尋ねる項目がある。⁽²⁾2002年のデータによると、この質問に対する回答の分布は表1のとおりである(表1)。⁽³⁾

表中「0社」の回答は、最終学校を卒業あるいは中退したのち、正規の職員として企業や組織に勤めたことが無いことを表す。480人(16.5%)がこのグループに属する。質問文は「現在正規の社員・職員として働いている方は、それも含めてください」となっているので、「1社」の回答は、最初に正規の社員・職員として就職したときの企業や組織に現在も勤めていることを表す。要するに、正規の社員・職員として働いたことがあり、転職を経験していない人がこのグループに属する。その頻度は1,183人(40.7%)である。一方、2社以上を

表2: 転職経験を被説明変数とするロジスティック回帰分析

| | B | 標準誤差 | 有意確率 | EXP(B) |
|-------------------|-----------|-------|-------|--------|
| 年齢 | 0.162 | 0.206 | 0.433 | 1.176 |
| 結婚 | 0.306 | 0.212 | 0.150 | 1.357 |
| 学歴 | | | | |
| 大学院 | | | | |
| 大学 | -0.786 * | 0.408 | 0.054 | 0.456 |
| 短大・高専 | -0.352 | 0.255 | 0.167 | 0.704 |
| 専門学校 | -0.162 | 0.482 | 0.737 | 0.851 |
| 高校 | -0.332 | 0.363 | 0.361 | 0.718 |
| 従業員数 | | | | |
| 1-4人 | | | | |
| 5-9人 | 1.958 *** | 0.473 | 0.000 | 7.085 |
| 10-29人 | 2.895 *** | 0.535 | 0.000 | 18.075 |
| 30-49人 | 2.169 *** | 0.341 | 0.000 | 8.753 |
| 50-99人 | 1.423 *** | 0.366 | 0.000 | 4.149 |
| 100-299人 | 1.957 *** | 0.340 | 0.000 | 7.079 |
| 300-499人 | 1.322 *** | 0.279 | 0.000 | 3.749 |
| 500-999人 | 1.267 *** | 0.343 | 0.000 | 3.551 |
| 1000人以上 | 0.420 | 0.361 | 0.245 | 1.522 |
| 世帯収入 | | | | |
| 300-500万円 | 0.174 | 0.829 | 0.833 | 1.190 |
| 500-700万円 | 0.296 | 0.673 | 0.660 | 1.344 |
| 700-1000万円 | 0.034 | 0.667 | 0.960 | 1.034 |
| 1000-1500万円 | 0.026 | 0.671 | 0.969 | 1.026 |
| 1500万円以上 | -0.076 | 0.706 | 0.914 | 0.927 |
| 定数 | -2.264 | 1.045 | 0.030 | 0.104 |
| -2対数尤度 | 937.949 | | | |
| Cox and Snell R2乗 | 0.182 | | | |
| Nagelkerke R2乗 | 0.245 | | | |
| N | 636 | | | |

出典「転職調査」
(以下同)

* p<.01; **p<.05; *** p <.001 (two-tailed)
(以下同様)

経験している人は41.5%であり、転職が一般的であることはJGSSからも裏付けられる。(4)

3.2 社会経済的地位と社会的背景の限定的な影響

つぎに、転職する人の特徴をみてみよう。転職を経験する人はどのような人だろうか。「転職調査」のデータを使って、学歴、収入といった社会経済的地位と年齢、家族状況、勤務先の従業員規模などの社会的背景と転職経験の関係をロジスティック回帰分析で調べてみる。社会経済的地位、社会的背景にかんする変数は、伝統的に「肥沃」であることが知られてい

るが、転職経験の有無を二項の被説明変数とした場合、これらの変数は、転職経験にあまり明確な影響を及ぼしていないことがわかる（表2）。（5）

表3: 転職希望を被説明変数とする順序回帰分析(リンク: ロジット)

| | | B | 標準誤差 | 有意確率 |
|-------------------|-------------|-----------|-------|-------|
| しきい値 | そう思う | -2.822 | 0.573 | 0.000 |
| | ややそう思う | -0.974 | 0.564 | 0.084 |
| | どちらともいえない | 0.494 | 0.564 | 0.381 |
| | あまりそう思わない | 2.200 | 0.599 | 0.000 |
| | そう思わない | | | |
| 年齢(30代) | | -0.447 ** | 0.169 | 0.008 |
| 結婚(独身) | | 0.257 | 0.172 | 0.135 |
| 学歴 | 大学院 | -0.105 | 0.312 | 0.737 |
| | 大学 | 0.202 | 0.213 | 0.341 |
| | 短大・高専 | -0.111 | 0.403 | 0.783 |
| | 専門学校 | 0.174 | 0.305 | 0.568 |
| | 高校 | | | |
| 従業員数 | 1-4人 | -0.311 | 0.403 | 0.440 |
| | 5-9人 | -0.597 | 0.378 | 0.115 |
| | 10-29人 | -0.632 ** | 0.280 | 0.024 |
| | 30-49人 | -0.398 | 0.317 | 0.210 |
| | 50-99人 | -0.394 | 0.284 | 0.166 |
| | 100-299人 | -0.664 ** | 0.237 | 0.005 |
| | 300-499人 | -0.533 * | 0.298 | 0.073 |
| | 500-999人 | 0.129 | 0.284 | 0.651 |
| | 1000人以上 | | | |
| 世帯収入 | 300万円未満 | -0.818 | 0.665 | 0.219 |
| | 300-500万円 | -1.487 ** | 0.531 | 0.005 |
| | 500-700万円 | -1.301 ** | 0.524 | 0.013 |
| | 700-1000万円 | -1.132 ** | 0.527 | 0.032 |
| | 1000-1500万円 | -0.782 | 0.552 | 0.157 |
| | 1500万円以上 | | | |
| -2対数尤度 | | | | |
| Cox and Snell R2乗 | | 0.080 | | |
| Nagelkerke R2乗 | | 0.086 | | |
| N | | 636 | | |

興味深いことに、学歴、世帯収入などは統計的に有意ではない。ただし、従業員数は転職の有無と有意に関連している。オッズ比のパラメータで見ると、ベースラインの従業員数1~4人企業に勤める労働者に比べて、従業員数が5~9人である企業の労働者は、7.1倍、従業員数が10~29人である企業の従業員は約18.1倍の起こりやすさで、転職経験者である。

従業員数 10～29 人をピークとしてオッズ比の評価値は下がり続けるので、企業規模が大きくなればなるほど転職とは縁遠くなる、ということは概ね事実である。このことは、大企業では雇用は安定的、長期的である、という一般的なイメージとも一致している。今回の分析は 30 代、40 代のホワイトカラー労働者が対象であり、年齢と職業分類ではもともと分散が少ないが、このグループの中で見た場合、学歴、世帯収入、婚姻状況などの違いは転職経の有無にほとんど影響していない。

じっさいの転職の有無とは別に、転職の希望の分布を調べてみる（表 3）。先に「良い機会を見つけたら、転職したい」という文章に同意する頻度を紹介したが、ここではその度合を転職希望の指標として用いる。この変数は 5 つの値をとるので、順序回帰を行う。

結果をみると、転職希望にかんしては、年齢の影響が有意であり、30 代と 40 代では明らかな違いがある。年齢のパラメータは -0.447 であり、30 代の方が値の小さいカテゴリ、つまり「良い機会を見つけたら転職したい」を選ぶ傾向がある。また、従業員数、世帯収入にかんするカテゴリも一部有意である。しかし、擬似 R² 乗は小さく、これらの転職希望の分布を説明する上で、これらの変数が果たす役割は、転職の有無同様、限られているといえるだろう。

転職の理由にはどのようなものがあるだろうか。もっとも多いのは「やりがいのある仕事がしたかったから」（17.5%）である。つぎに「収入を増やしたかったから」（15.3%）、「やむを得ない事情」（13.2%）、「経営方針などが自分に合わなくなったと思ったから」（11.4%）が続く。現状維持も可能だがよりよい環境を求める、という積極的な理由と、現状に問題があるために転職するという、消極的な理由とが混在している状況が見受けられる。「やる気のない職場に嫌気がさしたから」（7.4%）はジレンマ状況の存在を間接的に示している項目に見受けられるが、頻度は高くはない。

高度経済成長期をつうじて、長期雇用は日本型経営の特徴とされてきた（野村正実 1998）。たとえば、第一次オイルショックの際には製造業の企業の 7 割が雇用方針を調整したのに対して、プラザ合意後の円高の際には雇用方針を調整したのは 4 割にとどまった（Gao 2001）。じっさいには長期雇用の対象となるのは、大企業に勤める大卒の男性が主であったが、ともかくにも景気動向にかかわらず、基幹労働者の雇用の安定を確保するという了解が労使間の間に長く維持されていたのである。

本稿で分析の対象としているのは、30 代・40 代の男性常勤雇用ホワイトカラー労働者であり、その多くは従来であれば安定した雇用を享受するはずの層である。しかし、1990 年代から 2000 年代の終身雇用の揺らぎを裏付けるように、この比較的均質なグループの中では、社会的経済的地位の影響は顕著ではなかった。転職は現在の日本において、たんに多くの労働者が経験することであるだけでなく、さまざまなきっかけで、だれにでも起こりうることである、ということがいえそうである。

4. 協力性、モチベーション、コミットメントー転職経験と態度

前節の結果を要約すると、社会・経済的地位や社会的背景といった、社会学のいわば「お

なじみの」変数は、転職経験の有無を説明する上ではきわめて限られた役割しか果たしていない。転職経験や希望の有無が、「おなじみの」変数で十分に説明できないのであれば、「他を探す」ことが必要になるだろう。このことは、本稿の「素朴な疑問」に鑑みて、次の二つの対抗仮説に関連する。一つは、本稿の議論の範囲外であるが、転職の分布は構造の見地から考える必要があるのではないか、ということである。前節の結果は、労働市場の構造的作用を間接的に支持する。「人ではなくて空席が移動する」、「弱い紐帯は（求人情報の共有という点で）強い影響力を持つ」という一見直観に反する命題は、日本の労働市場の文脈においても検討する意義があるだろう（ただし渡辺深 1991）。

二つ目の対抗仮説は、移動を個人の持つ態度から説明することができるかもしれない、という、冒頭で触れた見込に他ならない。以下ではこの見込を中心に検討する。ただし、因果関係の定義には注意が必要である。ジレンマ・ゲームにおいて「協力者の方が移動する」という実験の結果は、戦略が原因となって移動という行動が起きる、という因果関係を示唆する。そもそも個人にはその個人固有の戦略—より一般的にいうならば行為の傾向—が存在する、ということが本プロジェクトにおける実験のデザインの前提となっている。この前提が妥当か否かは本稿では問わないこととする。また、この因果関係そのものを調査データから傍証するという意図も本稿にはない。

4.1 転職傾向と協力性

移動と協力性の実質的な因果関係は、「転職調査」で入手されたデータから推し量ることは難しい。かりに協力性と移動の間に相関が見出されたとしても、もともと協力性の高い人が転職しやすいのか、転職経験に何らかの教育効果があり、人を協力者にしているのか、あるいは相互的因果関係（reciprocal causality）の関係にあるのかということはパネル調査でもしない限り不明である。したがって、以下の分析では転職経験を説明変数としているが、それは転職経験の変数としての「肥沃さ」を知るためのものであり、転職を協力性の原因とするという因果関係を仮定するものではない。

本稿は、慣習的な理由により、方法上の因果関係を実験から得られた結論とは逆の形で考える。つまり転職経験を説明変数とし、戦略、態度、行為にかんする一連の変数を被説明変数とする。これは比較的「粘着質の」（sticky）変数が比較的「さらさらの」（loose）変数に影響する、という慣習的な想定に基づいている（Davis 1985）。比較的「粘着質の」変数とは、居住地、支持政党など比較的安定しているものであり、「さらさらの」変数とは幸福度、ブランド選好、メディア利用習慣など比較的移ろいやすいものである。転職経験は時間の流れの中に明確な位置を占めるできごとである。Davis の言葉を借りればそれは、「始まりの日づけ」（start date）や「固定の日づけ」（freeze date）のあるできごとである。これに対して、戦略、態度、行為は上記の「さらさらの」変数と同様移ろいやすいものである。「粘着質の」変数と「さらさらの」変数の関係に着目してみると、「転職とはどのようなできごとだろうか」という本稿の素朴な疑問は、「転職した労働者と転職したことの無い労働者の間には戦略、態度、行為の面で違いがあるのか、あるとすればそれはどのようなものか」という研究上の問題としてパラフレーズされる。

まずはごく大まかに、転職経験の有無と協力傾向を相関係数で見てみる（表4）。協力性を表す変数として、「自分個人の利益より、自分の所属する集団の利益を重んじるほうだ」（表中の記述は「個人利益より集団利益」、以下同様にカッコ内の記述は表中の記述を示す）、「周囲の人が面倒くさがってやりたがらないことでも、自分は進んで行う方だ」（「面倒なことでも進んでする」）、「班やグループで分担する仕事や義務などは、なるべく避ける方だ」（「集団作業・義務避ける」）、「同じチームの仲間が熱心に働いているときは、自分はむしろ手を抜くほうだ」（「他人が熱心なら手を抜く」）に着目する。全般に相関の方向は一貫しており、かつ実験から得られた知見と一致している。つまり、移動者（本稿の場合は転職者）の方が高い協力性を示している。ただし、統計的に有意ではあっても相関係数は大きくない。

表4: 転職経験と協力性

| | 偏相関 | 有意確率 |
|--------------|--------|-----------|
| 個人利益より集団利益 | -0.080 | 0.045 ** |
| 面倒なことでも進んでする | -0.175 | 0.000 *** |
| 集団作業・義務避ける | 0.053 | 0.183 |
| 他人が熱心なら手を抜く | 0.095 | 0.016 *** |

参考までに、「個人利益より集団利益」を被説明変数とし、転職経験を説明変数として順序回帰を行った結果を表5に示す（表5）。パラメータ.304に対して、95%の信頼区間は(.019, .589)である。つまり、下限は0に近い。しかし実験の結果を積極的に反駁するような、強い負の相関も認められない。結局のところ、実験から示唆されたような移動と協力性の関係は存在しそうだが、この関係を確認するには、より大きな標本で検討する必要があるだろう。

表5: 集団利益を被説明変数とする順序回帰分析(リンク:ロジット)

| | B | 標準誤差 | 有意確率 | |
|-------------------|-----------|--------|-------|-------|
| しきい値 | そう思う | -2.505 | 0.180 | 0.000 |
| | ややそう思う | -0.447 | 0.118 | 0.000 |
| | どちらともいえない | 0.834 | 0.122 | 0.000 |
| | あまりそう思わない | 2.651 | 0.174 | 0.000 |
| | そう思わない | | | |
| 転職経験 | 0.304 | 0.145 | 0.037 | |
| -2対数尤度 | 43.394 | | | |
| Cox and Snell R2乗 | 0.007 | | | |
| Nagelkerke R2乗 | 0.007 | | | |
| N | 636 | | | |

4.2 転職傾向、コミットメントとモチベーション

移動と協力性の関係は今後の研究に俟つところが多いが、その他の態度と転職の関係はどうか。組織のパフォーマンスや特徴を理解する上では、所属集団や仲間に対するコミットメントや仕事に対するやる気、つまりモチベーションといった側面が従来から重視されてきた (Etzioni 1965, Sekaran 1985)。転職はこれらの側面とどのようにかかわっているだろうか。

まずコミットメントと転職の関係からみてみよう。「転職調査」には「自分が所属する組織(会社・団体)に対して、高い忠誠心を持っている」(「所属集団に忠誠心」)、「自分が日常的に接する職場の仲間に対して、強い連帯感を感じる」(「職場仲間に連帯感」という文章に同意する程度を尋ねる設問がある。これらはコミットメントの度合を計測しているものと考えることができるだろう。転職変数とこれらの変数との相関を表6に示す(表6)。相関係数は小さく、統計的に有意でもない。つまり転職を経験した人は、経験していない人に比べて、とくに所属集団や仲間に対するコミットメントの弱い人というわけではない。

表6: 転職経験と集団へのコミットメント

| | 偏相関 | 有意確率 |
|----------|-------|-------|
| 所属集団に忠誠心 | 0.043 | 0.278 |
| 職場仲間に連帯感 | 0.002 | 0.956 |

ただし、この結果の解釈には注意が必要である。これらの質問は現在の所属集団や職場仲間にたいするコミットメントを測定する質問とも、個人がもともと持っている想定されるコミットメントのレベルを測定する質問とも取れる節がある。前者の場合であれば、転職経験者は転職した先の現場を念頭において回答することになる。転職経験者と転職したことのない人との間でコミットメントの度合に差が無い、ということは、もしかしたら転職経験者が転職した結果出てくるパターンであるかもしれない。個人に固有の、比較的安定したコミットメントのレベルがあるのか、それとも所属集団などの文脈に応じてコミットメントのレベルは変動するのか、ということはそれ自体定かでは無い。この点は、協力性と同様、「転職調査」からは結論できない。

しかし、転職希望とコミットメントとの相関をみると、両者は明らかに負の相関を示している(表7)。仮にコミットメントが個人の安定した特性であれば、これは「転職を希望する人はコミットメントが低い」ということを示唆する。転職「経験」とコミットメントの間にはこのような明確な相関が認められないので、「転職経験者は職場や仲間にコミットしない」とか「コミットメントの低い労働者は転職する傾向にある」というような単純なストーリーが成立しない、ということはいえそうである。

表7: 転職希望と集団へのコミットメント

| | 偏相関 | 有意確率 |
|----------|--------|-----------|
| 所属集団に忠誠心 | -0.291 | 0.000 *** |
| 職場仲間に連帯感 | -0.144 | 0.000 *** |

転職経験とコミットメントの相関の不在と、転職経験と協力性の小さな、しかし有意な相関の存在とは、興味深い対照を成す。「コミットメントの低い労働者が転職する傾向にある」ということは直観的には納得しやすい仮説であるが、データはこの関係を支持しない。一方、「協力性の高い労働者が転職する」ということは、直観的には納得しづらいが、データはある程度この関係を支持する。

つぎに、転職経験とモチベーションの関係をみてみよう。モチベーションの高い労働者の方が転職を経験するのか、それともその逆だろうか。ここでは、「自分の仕事については、人並みのやり方には満足せずに、つねに改善するよう心がけている」、「自分の実力は、転職して他の会社や団体に移っても、充分通用すると思う」、「自分は、短期的見通しというよりも、長期的展望に基づいて仕事をしている」という文章に同意する度合をモチベーションの指標として使用する(表8)。転職経験とモチベーション関連変数の間には、正の相関が存在することがわかる。モチベーションの高い労働者ほど転職を経験しているように見受けられる。

表8: 転職経験とモチベーション

| | 偏相関 | 有意確率 |
|------------|-------|-----------|
| 人並みに満足せず努力 | 0.199 | 0.000 *** |
| 自分の実力に自身 | 0.271 | 0.000 *** |
| 長期的展望で仕事 | 0.117 | 0.000 *** |

もしモチベーションの高い労働者がよりよい環境を求めて転職する、という状況があるのであれば、転職経験と転職に対する態度の関係は検討に値するだろう。転職した結果、自分に適した環境に移ったと感じる場合は転職に対する態度は肯定的なものになるだろう。反対に、転職してもより良い環境が見出せなければ、転職に対する否定的な態度が生じるだろう。転職経験と転職希望に対する態度の偏相関は.245(1%レベルで統計的に有意)であり、転職経験者ほど転職に対して肯定的である。このような結果となるメカニズムは判然としない。つまり、「転職してみて状況が改善したから」という合理的な説明と、「転職してみて状況は改善しなかったが、とにかくやってみてよかったと考えたい」という正当化の観点から行われる説明とは区別がつけられない。しかしともかく転職経験者は転職の経験から転職に「懲りた」と思っていない、ということは確認できる。転職希望を被説明変数とする順序回帰の結果は表9のとおりである。

表9: 転職希望と転職経験の順序回帰分析(リンク:ロジット)

| | | B | 標準誤差 | 有意確率 |
|-------------------|-------------|--------|-------|-----------|
| しきい値 | そう思う | -1.566 | 1.064 | 0.141 |
| | ややそう思う | 0.302 | 1.063 | 0.776 |
| | どちらともいえない | 1.735 | 1.064 | 0.103 |
| | あまりそう思わない | 3.234 | 1.074 | 0.003 |
| | そう思わない | | | |
| 転職経験あり | | 1.043 | 0.140 | 0.000 *** |
| 年齢(30代) | | | 0.144 | 0.000 *** |
| 結婚(独身) | | | 0.149 | 0.317 |
| 学歴 | | | | |
| | 大学院 | -0.004 | 0.966 | 0.997 |
| | 大学 | 0.418 | 0.946 | 0.659 |
| | 短大・高専 | 0.148 | 0.997 | 0.882 |
| | 専門学校 | 0.325 | 0.963 | 0.736 |
| | 高校 | 0.345 | 0.953 | 0.718 |
| | 中学 | | | |
| 世帯収入 | 300万円未満 | -0.607 | 0.586 | 0.300 |
| | 300-500万円 | -1.267 | 0.490 | 0.010 |
| | 500-700万円 | -1.001 | 0.482 | 0.038 |
| | 700-1000万円 | -0.800 | 0.485 | 0.099 |
| | 1000-1500万円 | -0.711 | 0.504 | 0.159 |
| | 1500万円以上 | | | |
| -2対数尤度 | 877.757 | | | |
| Cox and Snell R2乗 | 0.122 | | | |
| Nagelkerke R2乗 | 0.13 | | | |
| N | 790 | | | |

以上の議論をまとめると、

- (1) 協力者の方が転職しやすいと考える暫定的な証拠はあるが、確実なことはわからない。
- (2) コミットメントの弱いものが転職しやすいとはいえない。
- (3) モチベーションの高いものが転職しやすい。
- (4) 転職を経験した者の方が、転職を希望する傾向があるということになる。

5. 結論

転職は「肥沃な」変数である。それは協力性、転職希望、モチベーションなど、労働者

の戦略、行動、態度の多様な側面に関連している。転職はホワイトカラー常勤雇用者のかなりの者が経験している「平凡な」できごとである。この範疇に入る労働者内部の差異に着目してみれば、社会的経済的地位や社会的背景の面で特定の特徴を持つ、いわば特別な人が転職することではない。しかし、転職が「肥沃な」変数であるということは、転職経験者と転職を経験したことが無い者との間には社会的経済的地位や社会的背景以外の面でなんらかの違いがあるということを示唆する。

「転職調査」において協力性について見出された転職経験者と非経験者との違いは、実験で見出された協力性と移動の関係とも方向性としては一致している。しかしこの点については現段階では確実なことはわからない。また、協力性、コミットメント、モチベーション、転職希望など、本稿で検討した側面については因果関係が不明である。ある一定の特性を持つ者が転職を選ぶのか、それとも転職することによってある特性が成立ないし強化されるのか、という疑問は残る。

転職は、プル要因、プッシュ要因、いずれによるものであっても、労働者にとっては環境の変化と多様な選択を必然的にとまなう、A.ギデンズの言う「運命決定的な」(fateful)できごとである (Giddens 1991)。その過程で一種の社会化が起きる、ということも理論的には考えられる。また、社会の側にとってみれば、転職は、労働力の配置の最適化と密接にかかわっている。転職経験が労働者の戦略、行動、態度と関係するにいたるメカニズムを解明することが今後の課題となるだろう。

【注】

- (1) 調査方法の概要は以下のとおりである。調査対象は2002年9月1日現在で20歳以上89歳以下の男女である。層化二段無作為抽出法により5,000人を抽出した。有効回答数は2,790ケース(回収率62.4%)である。
- (2) 質問文は、「あなたは、これまで正規の社員・職員としていくつの会社・組織で働きましたか。現在正規の社員・職員として働いている方は、それも含めてください。」というものである。
- (3) JGSS-2002では最終学校に在学中の者もこの質問の対象範囲となっている。表1では最終学校に在学中の者は集計対象から省いた。
- (4) 総務省の「労働力調査」によると、転職を希望する人は全就業者の1割前後おり、35歳以上の就業者にかんしても8%程度が転職を希望している(総務省 平成16年)。
- (5) 本稿の分析対象はホワイトカラーである。したがって、回答810通のうち、以下の分析では職種分類が「個人事業主・店主」、「物流・配送業務」、「未記入」、「その他」のものは分析から除外した。さらに、残った回答のうち1通のみが学歴が「中学」であるので、これも外れ値として除外した。

【文献】

- Abbott, Andrew. 2004. *Methods of Discovery: Heuristics for the Social Sciences*. New York: W. W. Norton.
- Ali, Jennifer and William R. Avison. 1997. "Employment Transitions and Psychological Distress: The Contrasting Experiences of Single and Married Mothers." *Journal of Health and Social Behavior*. 38(4):345-62.
- Antel, John J. 1991. "The Wage Effects of Voluntary Labor Mobility with or without Intervening Unemployment." *Industrial and Labor Relations Review*. 44(2):299-306.
- Buckmueller, Thomas C., and Robert G. Valletta. 1996. "The Effects of Employer Provided Health Insurance on Worker Mobility" *Industrial and Labor Relations Review*. 49(3):439-55.
- Davis, James A. 1985. *The Logic of Causal Order*. Newbury Park, California: Sage.

- Dawes, Robyn M. 1980. "Social Dilemmas." *Annual Review of Psychology* 31:169-193.
- Etzioni, Amitai. 1965. "Dual Leadership in Complex Organizations." *American Sociological Review*. 30(5):688-89.
- Fujiwara-Greve, Takako and Henrich R. Greve. 2000. "Organizational Ecology and Job Mobility." *Social Forces*. 79(2):547-85.
- Giddens, Anthony. 1991. *Modernity and Self-Identity: Self and Society in the Late Modern Age*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Gao, Bai. 2001. *Japan's Economic Dilemma: The Institutional Origins of Prosperity and Stagnation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Granovetter, Mark. 1973. "The Strength of Weak Ties." *American Journal of Sociology*. 78:1360-80.
- 小林盾. 2005. 「組織活性化と労働移動：転職と働き方に関する意識調査から」大浦宏邦編『秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ』日本学術振興会科学研究費報告書.
- 野村正実. 1998. 『雇用不安』 岩波書店.
- Sekaran, Uma. 1989. "Paths to the Job Satisfaction of Bank Employees." *Journal of Organizational Behavior* 10(4):347-59.
- 総務省 2004. 『労働力調査』 (<http://www.stat.go.jp/data/roudou/2004mm/index.htm>, 2005年1月29日閲覧)
- 渡辺深 (1991) 「転職——転職結果に及ぼすネットワークの効果」. 『社会学評論』 42(1):2-15.
- White, Harrison C. 1970. *Chains of Opportunity*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.

【謝辞】

本稿の草稿は、2004年12月、「秩序問題に対する進化ゲーム論的アプローチ」合宿において報告された。数々の生産的なコメントを寄せていただいた各位にお礼申し上げます。とくにシカゴ大学の小林盾氏にはプロジェクトへの参画、データ利用など、さまざまな段階でお世話になった。日本版 *General Social Surveys* (JGSS) は、大阪商業大学比較地域研究所が、文部科学省から学術フロンティア推進拠点としての指定を受けて(1999-2003年度)、東京大学社会科学研究所と共同で実施している研究プロジェクトである(研究代表：谷岡一郎・仁田道夫、代表幹事：佐藤博樹・岩井紀子、事務局長：大澤美苗)。東京大学社会科学研究所附属日本社会研究情報センターSSJ データアーカイブがデータの作成と配布を行っている。筆者はデータの利用を許諾いただいたことに謝意を表す。

職場のフリーライダー

—サイズ, 仕事内容, モチベーションの効果—

小林 盾・小山 友介・大浦 宏邦
(シカゴ大学)(東京工業大学)(帝京大学)

【要旨】

この論文では、仕事の内容やモチベーションが職場のフリーライディング（ただ乗り）に影響することを、質問紙調査によってしめす。組織が効率的に運営されるためには、職場のチームワークが良好で、フリーライダーが少ないことが不可欠である。そこでこの論文では、なにがフリーライダーを減らすのかを検討する。ある日本の大企業の4営業所で、全数調査を行った。分析の結果つぎのことが分かった。(i) 担当業務内の仕事では6割が、担当業務外では半分が、フリーライドしないでチームワークに貢献する。また、組織に担当業務内で貢献する人は、担当業務外でも貢献している。(ii) チームワークをするサイズや、職場のサイズは、フリーライダーにほとんど影響しない。(iii) 仕事の内容別では、外勤者より内勤者に、また事務部門・営業部門より技能部門にフリーライダーが少ない。ただし、事務部門と営業部門の間に差はない。(iv) 個人の違いでは、モチベーションが高い人ほどフリーライダーが少ない。この研究は、職場のフリーライダーに関する、日本で最初の組織調査の試みである。また、日本にかぎらず、フリーライダーへの仕事内容やモチベーションの効果を検討したものは、これまでなかった。

キーワード：職場, フリーライダー, 役割内行動, 役割外行動, サイズ, モチベーション

1. はじめに

1.1 背景

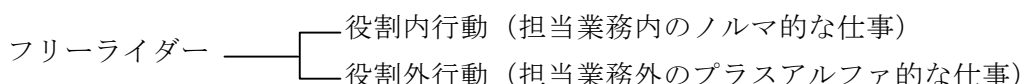
職場組織が効率的に運営されるためには、職場のフリーライダーを減らすことが不可欠である。ここで「フリーライダー」とは、組織の目的に貢献している人がいる時に、手を抜いて貢献せずに、成果にただ乗りする人をさす。組織に貢献する人を、ここでは「貢献者」とよぶ。

近代資本主義が発達したのは、組織内および組織間で分業が普及したためである (Smith 1776)。組織内で分業がスムーズに行われるためには、フリーライダーがいないことが前提となる。

たしかに日本の職場では、労働者が「相互協調的」でしかも「相互監視的」と考えられてきた。そのため、ともすればフリーライダーは存在しないか、いてもわずかと想定されてきた。ところが現実には、しばしば「2, 6, 2の法則」として、「日本の職場では2割が組織に貢献して、2割がぶら下がっている」ともいわれる (城山 2001)。近年は、後輩の教育、職場の雰囲気作り、労働組合への参加などで、フリーライダー問題が指摘されている (沼上 2003)。

1.2 問題

これまで組織研究では、フリーライダー的な行動を「怠業 Job neglect」「さぼり Shirking」「社会的手抜き Social loafing」「手抜き Withholding effort」と概念化してきた (Kidwell and Robie 2003 参照)。またフリーライダーが現れる場面を、役割内行動と役割外行動に分ける (たとえば Van Dyne and LePine 1998)。「役割内行動 In-role behavior」は、売り上げを達成するなど、自分の担当業務内の仕事としてノルマ的にこなされる。「役割外行動 Extra-role behavior」は、後輩を教育するなど、担当業務外だが誰かがやる必要のある仕事で、プラスアルファ的にこなされる。



こうした枠組みにもとづいて、欧米では実験室実験と、現実の組織における組織調査を蓄積してきた。その中で、「組織や集団にフリーライダーがどれだけいるのか」という実態と、「なにがフリーライディング行動を促進したり阻害するのか」という要因を、実証的に解明してきた (Kidwell and Bennett 1993 参照)。

しかし日本では、組織調査はまだない。実験室実験 (たとえば山岸 1998) や、組織以外での調査 (たとえば放置自転車に関する藤井 2003) は行われてきた。

そこでこの論文では、次の問題を検討する。

問題 職場のフリーライダーを減らす要因を、日本で組織調査を行うことで明らかにする。

以下では、2 節で先行研究を確認してから、それらを参考にして 3 節で仮説を立てる。4 節でデータと変数について説明して、5 節で分析結果を報告する。最後に要約、実践的含意、今後の課題を提示する。

2. 先行研究

2.1 理論

職場のフリーライダーはまず、「公共財提供におけるフリーライダー問題」として定式化された (Olson 1965)。その後フリーライダー問題は一般化されて、「社会的ジレンマ」として環境問題、社会運動、コミュニティ開発と共通の構造を持つことが指摘されている (Dawes 1980)。

理論的には、組織のサイズが大きくなる時に、一人あたりの限界利得 (貢献することによるメリット) が減るならば、フリーライダーが増えるはずである。その結果、貢献者が減ったり (弱いフリーライダー仮説, Samuelson 1954)、誰も貢献しなくなる (強いフリーライダー仮説, Brubaker 1975)。とはいえ、なんども活動を繰り返したり (フォーク定理)、フリーライダーにっぺ返しをするならば (協力の進化, Axelrod 1984)、フリーライダーを減らすことができる。

2.2 実験室実験

こうした理論的予測にもとづいて、実験室実験が行われてきた。その結果、集団のサイズが小さいほど、仲間意識が強いほど、他者を配慮する人が多いほど、貢献の効果を実感できるほど、貢献する人が増えることが分かっている (Kollock 1998, 山岸 2002)。

2.3 組織調査

組織調査では、質問紙を用いて、現実の組織で調査を行う。多くは組織内のいくつかの部署で全数調査をする。これまで、フリーライダーがもっとも減るのは5人の職場である (アメリカの法律事務所, Leibowitz and Tollison 1980), 仕事が上司からモニターできたり内発的な関与を高めるほどフリーライダーが減る (アメリカの営業職, George 1992), 仕事が互いに独立だったりチームが小さいほどフリーライダーが減る (アメリカの企業, Liden et al. 2004), などが報告されている。

また、役割内行動と役割外行動は、それぞれ時間の中で安定しているし、相関係数が.5~.7と互いに深く関連している (アメリカの企業, Van Dyne and LePine 1998)。

3. 仮説

3.1 サイズ

Albanese and Van Fleet (1985) は、職場のフリーライダー研究を整理して、主な独立変数を「サイズ」「仕事の内容」「個人差」の3つに分ける。順に検討する。なお分析では、年齢、性別、職位、転勤経験をコントロールする (勤続年数は年齢と共線性があるため除く)。

先行研究では、チームワークを行うサイズが大きくなるほど、フリーライダーが増える (Liden et al. 2004)。日本でも同じ傾向があると予想できる。

仮説1 (サイズ) チームワークのサイズが小さくなると、フリーライダーが減るだろう。

3.2 仕事内容

先行研究では仕事の内容のうち、とくに「上司が労働者の努力をモニターできるか Task visibility」と「仕事が相互に依存しているか Task interdependence」が注目されてきた。もしモニターできるなら、手を抜くことが困難となる。もし他人の仕事と自分の仕事が独立で影響を受けないなら、自分の仕事を他人に押しつけたり、他人の成果にただ乗りすることができない。

この「モニターの困難」と「相互依存性」が重なると、もっともフリーライダーが増えるだろう (表1)。すでに、仕事内容がモニターできないほど (George 1992), また相互に依存するほど (Liden et al. 2004), フリーライダーが増えることが分かっている。

表 1. 仕事内容とフリーライダー

| | 仕事は相互に独立 | 依存 |
|-----------|------------------|----------------------|
| 仕事がモニター可能 | フリーライディング が困難 | フリーライディング が可能 |
| 不可能 | フリーライディング が可能 | フリーライディング がもっとも容易 |

我われの調査では、内勤・外勤という勤務形態別と、事務・営業・技能という部門別でフリーライダーを測定できる。これまで、こうした比較は行われてこなかった。

内勤者の仕事は外勤者と比べると、つねに社内にいるため、上司からモニターされやすい。したがって、外勤者にフリーライダーが多く、内勤者に少ないはずだ。

仮説 2 (勤務形態) 内勤者には、外勤者よりフリーライダーが少ないだろう。

事務部門、営業部門、技能部門の間では、技能部門の仕事がもっとも明確に分割されて、相互に独立しているだろう。「誰が何をやるべきで、実際に何をやったのか」がはっきりしているからである。

営業部門の仕事は、これに次いで独立性が高いだろう。技能部門よりは自由度があるが、それでも各個人の分担が目標として示されて、成果は数値で表現される。

これらに比べると、事務部門の仕事は、たがいに密接に関わることが多いと予想できる。

仮説 3 (部門) 技能部門にフリーライダーがもっとも少なく、営業部門が続き、事務部門にはもっともフリーライダーが多いだろう。

より大きく分類すると、事務部門と営業部門はホワイトカラー職場、技能部門はブルーカラー職場である。したがって、ブルーカラー職場である技能部門には、ホワイトカラー職場である事務部門と営業部門よりフリーライダーが少ないだろう。

3.3 個人差

個人差として、先行研究では公正感 (Murphy 2003) や社会的プレッシャー (Condie et al. 1976) が取り上げられてきた。ここでは、各個人のモチベーションを用いる。

March and Simon (1958) は、モチベーションが高い個人ほど、組織によく貢献するだろうと考えた。我われも、これに従う。

仮説 4 (モチベーション) モチベーションが高い個人ほど、フリーライダーが少ないだろう。

4. 方法

4.1 データ

ある企業の協力を得て、調査対象企業の従業員調査に共同研究者として参画することによ

りデータを集めた。

- ・調査実施時期：2004年7月。
- ・調査方式：質問紙による，職場での留め置き．自計式．全158項目。
- ・調査実施機関：応用社会心理学研究所。
- ・調査対象：ある日本の大企業に勤務する従業員（全員が正規のフルタイム勤務）。
- ・サンプリング方法：4営業所で全数調査。
- ・計画対象数：1,242人。
- ・有効回収数：1,219人（回収率98.1%）。
- ・依頼方法：職場改善運動の一環で「意識に関するアンケート」として依頼。
- ・回収方法：厳封の上，営業所内の担当者に匿名で提出。

職場環境をコントロールするために，先行研究にならって，同一の組織内で調査した。依頼は，営業所長を含めて全ての従業員にたいして行われた。調査日に休んだり出張中だった場合以外は，基本的に全員が回答している。

分析では，上位管理職33人と，職場が複数の部門に関わる者11人と，職位・職場が欠損している21人を除いて，1154人を対象とする。

各営業所は，事務，営業，技能の3部門から構成され，各部門に内勤者と外勤者がいる。途中入社や転職する者は少ない。分析対象の1154人の属性は，つぎの通りである。

- ・平均年齢35.7歳（標準偏差8.4歳，欠損0.5%），男性89.3%/女性10.5%/欠損0.2%。
- ・主任以上の管理職12.8%/非管理職87.2%。
- ・転勤経験82.8%。
- ・内勤54.8%/外勤45.2%。
- ・事務部門47.1%/営業部門19.1%/技能部門33.8%。
- ・ホワイトカラー職場（事務部門と営業部門）66.2%/ブルーカラー職場（技能部門）33.8%。

4.2 従属変数

調査票では，「チームワークにおける貢献の度合い」について，役割内行動と役割外行動を各1項目で測定する。ワーディングは，まず先行研究を参考にして我われがたたき台を作った。それをもとに，内容が正確に伝わるように，対象企業の担当者が修正した。

担当業務内のノルマ的な「役割内行動」は，まず「『周りの所員と連携しなければならないような』仕事（以下，協業業務という）について，おたずねします」と導入する。その上で，

「あなたは上記のような『協業業務』について，それを一緒にするメンバーから，どれくらいの量をこなしていると思われるでしょうか。メンバーの気持ちを推測してお答えください。メンバーの期待より・・・と思われる」

と質問する。

担当業務外のプラスアルファ的な「役割外行動」は，「係全体の電話に出るなど，『特に

担当は決まっていないが誰かがやる必要のある』仕事（以下、非担当業務という）について、おたずねします」という導入のあとで、

「あなたは上記のような『非担当業務』について、メンバーから、どれくらいの量をこなしていると思われるでしょうか。メンバーの気持ちを推測してお答えください。メンバーに・・・と思われる」

とたずねる。

尺度はどちらも、1=かなり少ない、2=少ない、3=どちらかといえば少ない、4=どちらかといえば多い、5=多い、6=かなり多い、の6点とする。分析では、1~3と答えたらフリーライダーと、4~6と回答したら貢献者ととらえる。

先行研究では、March and Simon (1958) がチームワークへの貢献度を個人の「モチベーション」として捉えた。高橋 (1997) はこれにそって、変化を求める個人の態度を5つの項目で測定する（その平均値を高橋は体温とよぶ）。その後の組織調査では、そうした「心理状態」ではなく「行動」として測定する。具体的には、5~10程度の似た項目を用いて、5~7点尺度で評価させて、その平均値を用いる。

我われの調査では、項目数に制限があったため、役割内行動と役割外行動について各1項目で測定する。先行研究では、項目どうしがよく一致する（クロンバックの $\alpha=.9$ 前後）。

また、評価をする者は、本人だと「社会的望ましき」や「うぬぼれ」によるバイアスがかかる危険がある。そこで、同僚や上司に質問することが望ましい（Tsui 1984）。たとえば、先行研究では各労働者について「やるべきことをやっているか」「同僚と同じくらい努力しているか」など10項目を、上司にたずねている（George 1992）。

我われの調査だと、同僚や上司に評価を質問することができなかった。そこで次善の策として、本人に「同僚からどう思われているか」を聞いた。先行研究によれば（Van Dyne and LePine 1998），役割内行動の本人の評価は、同僚からの評価との相関が.14、上司からの評価との相関が.24であった（どちらも1%水準で有意）。役割外行動では、同僚からの評価との相関は.28と.37、上司からの評価との相関は.39と.46である（どれも0.1%水準で有意）。

4.3 独立変数

仮説2では「チームワークサイズ」を、

「あなたは普段、上記のような『協業業務』を何人で行っていますか。あなたを除いた人数でお答えください。あなたを除いて約（ ）人」

と質問する。ただし、チームワークが部署をまたぐことは実際にはないので、「30人以上」はすべて30人としてまとめる（全体の5.2%）。また、これは主観的な判断なので、係の人数を用いて客観的な「職場サイズ」とする。この組織では、係が職場の最小の単位である。

仮説3では、フェイス項目で「主な勤務形態」が内勤か外勤かをたずねて、「内勤ダミー」を作る（1=内勤，0=外勤）。

仮説4では、フェイス項目の「所属部署」を、事務、営業、技能の3つの部門へとまとめ

表 2. 記述統計

| | 人数 | 最小 | 最大 | 平均 | 標準 偏差 | 相関係数 | | | | | | | | |
|---------------------|------|----|-----|-------|----------|------|------|------|------|------|------|-----|------|--|
| | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| 1. 役割内行動 | 1142 | 1 | 6 | 3.72 | 1.09 | | | | | | | | | |
| 2. 役割外行動 | 1151 | 1 | 6 | 3.50 | 1.16 | .37 | | | | | | | | |
| 3. チームワークサイズ | 1148 | 0 | 30 | 7.61 | 7.49 | .03 | .05 | | | | | | | |
| 4. 職場サイズ | 1154 | 3 | 113 | 41.72 | 30.32 | -.06 | -.05 | .01 | | | | | | |
| 5. 内勤ダミー | 1154 | 0 | 1 | .55 | | .06 | .07 | .08 | -.14 | | | | | |
| 6. 事務部門ダミー | 1154 | 0 | 1 | .47 | | -.09 | -.09 | .12 | .05 | .26 | | | | |
| 7. 営業部門ダミー | 1154 | 0 | 1 | .19 | | -.05 | -.03 | -.07 | .05 | -.20 | -.46 | | | |
| 8. ホワイトカラー 職場ダミー | 1154 | 0 | 1 | .66 | | -.13 | -.12 | .07 | .10 | .10 | .68 | .35 | | |
| 9. モチベーション | 1152 | 1 | 5 | 2.92 | 1.08 | .11 | .14 | .07 | .01 | -.12 | -.12 | .01 | -.12 | |
| 全体 | 1154 | | | | | | | | | | | | | |

表 3. 平均値

| | 人数 | 役割内行動 | 役割外行動 | チームワークサイズ | 職場サイズ | モチベーション |
|------|------|-------|-------|-----------|-------|---------|
| 男性 | 1031 | 3.73 | 3.52 | 7.50 | 41.5 | 2.98 |
| 女性 | 121 | 3.60 | 3.40 | 8.63 | 44.0 | 2.45 |
| 管理職 | 148 | 3.88 | 3.61 | 10.75 | 41.3 | 3.18 |
| 非管理職 | 1006 | 3.69 | 3.49 | 7.15 | 41.8 | 2.89 |
| 内勤者 | 632 | 3.77 | 3.57 | 8.18 | 37.9 | 2.80 |
| 外勤者 | 522 | 3.65 | 3.41 | 6.93 | 46.4 | 3.07 |
| 事務部門 | 544 | 3.61 | 3.39 | 8.59 | 43.4 | 2.78 |
| 営業部門 | 220 | 3.61 | 3.44 | 6.53 | 45.0 | 2.95 |
| 技能部門 | 390 | 3.92 | 3.70 | 6.85 | 37.5 | 3.11 |

る。その上で、「事務部門ダミー」と「営業部門ダミー」を作る（技能部門がベースライン）。

仮説 5 では「モチベーション」を、2つの項目「今の仕事が好き」と「今の仕事にとっても生きがいを感じる」の回答の平均で測定する（クロンバックの $\alpha=.90$ ）。これは、動機付け要因（Herzberg 1959）や内発的モチベーション（Deci 1975）の指標となる。尺度は、1=そう思わない、2=どちらかといえばそう思わない、3=どちらともいえない、4=どちらかといえばそう思う、5=そう思う、の5点である。

4.4 統制変数

統制変数として、年齢、性別（男性ダミー、1=男性、0=女性）、職位（管理職ダミー、1=主任以上の管理職、0=非管理職）、転勤経験（ダミー、1=転職経験あり、0=なし）を用いる。勤続年数は、年齢と共線性があるため除く。他にも、もし共線性がある場合は、VIF<1.6 を基準として分析から省く。

4.5 統計モデル

表 4. 仮説 1 の回帰分析結果

| 独立変数 | 従属変数 | |
|-----------|----------------|---------------|
| | 役割内行動 | 役割外行動 |
| 年齢 | .012 (.004) ** | |
| チームワークサイズ | .004 (.004) | .008 (.005) † |
| 職場サイズ | -.002 (.001) | -.002 (.001) |
| R^2 | .012 | .004 |
| N | 1133 | 1146 |

† $p<.10$, * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$. VIF<1.6 かつ $p<.10$ のみ.
非標準化係数と標準誤差.

表 5. 仮説 1 の回帰分析結果, 勤務形態と部門で分割

| 独立変数 | 従属変数 | | |
|-----------|----------------|---------------|----------------|
| | 役割内行動 | | 役割外行動 |
| | 内勤者 | 営業部門 | 事務部門 |
| 年齢 | .016 (.005) ** | .017 (.009) † | |
| チームワークサイズ | .002 (.005) | .025 (.013) † | .014 (.006) * |
| 職場サイズ | -.003 (.001) * | .008 (.004) * | -.003 (.001) † |
| R^2 | .024 | .041 | .016 |
| N | 617 | 216 | 541 |

† $p<.10$, * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$. VIF<1.6 かつ $p<.10$ のみ.
非標準化係数と標準誤差.

仮説の検証には, 最小自乗法による線型回帰分析を用いる. 独立変数はかならず残すが, 統制変数の効果が 10%水準で有意でない場合は除く.

5. 結果

5.1 記述統計

記述統計は表 2, 3 の通りである. 担当業務内のノルマ的な役割内行動では, 有効回答者の半分強である 61.63%が, 自分はフリーライダーではなく貢献者であると答えた (4=どちらかというといふから, 6=かなり多いの和, 付録参照). 担当業務外のプラスアルファ的な役割外行動では, 51.55%とほぼ半数が貢献者と考えている. 貢献者がフリーライダーを上回るのは, 先行研究と一致している.

また, 役割内行動と役割外行動は, つよく相関する (相関係数=.37). つまり, 担当業務内で組織に貢献する者は, 担当業務外でも貢献する. このことは, 先行研究と一致する (Van Dyne and LePine 1998). さらに, (表は省くが) 内勤・外勤といった勤務形態別や, 事務・営業・技能といった部門別でもあてはまる (各カテゴリー内で相関係数が.30~.40).

5.2 仮説 1 の検証

役割内行動と役割外行動をそれぞれ従属変数として, チームワークサイズと職場サイズを独立変数にした回帰分析を行う (表 4). この 2 つの独立変数は相関係数=.005 なので, ほ

表 6. 仮説 2, 3 の回帰分析結果

| 独立変数 | 従属変数 | | | |
|------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| | 役割内行動 | | 役割外行動 | |
| | モデル 1 | モデル 2 | モデル 3 | モデル 4 |
| 年齢 | .011 (.004) ** | .011 (.004) ** | -.012 (.005) ** | -.011 (.004) * |
| 管理職ダミー | | | .26 (.11) * | .26 (.11) * |
| 内勤ダミー | .13 (.07) † | .13 (.06) * | .22 (.07) ** | .19 (.07) ** |
| 事務部門ダミー | -.32 (.07) *** | | -.37 (.08) *** | |
| 営業部門ダミー | -.30 (.09) ** | | -.23 (.10) * | |
| ホワイトカラー 職場ダミー | | -.31 (.07) *** | | -.33 (.07) *** |
| R ² | .030 | .030 | .028 | .026 |
| N | 1136 | 1136 | 1145 | 1145 |

† $p < .10$, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. VIF < 1.6 かつ $p < .10$ のみ. 非標準化係数と標準誤差.

ば独立である.

その結果, 回答者全体としては, チームワークサイズも職場サイズも, フリーライダーに明確な効果を持たなかった. チームワークサイズは役割外行動にたいして 10%水準で正の効果があるが, $R^2 = .005$ と低い. 二次曲線での回帰分析も行ったが, 説明力は上がらなかった. チームワークサイズが 0 人のケースを除いても, 結果は同じである.

そこで, 勤務形態 (内勤・外勤) と部門 (事務・営業・技能) で分割した (表 5). すると, 役割内行動では内勤者と営業部門で, 役割外行動では事務部門でサイズの効果があった.

チームワークのサイズは大きいほど, 貢献が増える (営業部門での役割内行動, 事務部門での役割外行動). 他方, 職場のサイズは小さいほど, 貢献者が増える (営業部門での役割内行動では減る). したがって, 仮説 1 は職場サイズで部分的に支持されたが, チームワークサイズでは逆の効果もあった.

なお統制変数のうち, 性別, 職位, 転勤経験は効果がなかった.

結果 1 (サイズ) チームワークのサイズが大きいと, また職場のサイズが小さいと, フリーライダーが減る. ただし, 外勤者や技能部門では, 特に効果がない.

先行研究では, サイズが貢献に負の効果を持つことが報告されている. したがって, 職場のサイズでは一致する. 一方, チームワークのサイズが正の効果をもつのは, 限られた範囲とはいえ, 先行研究に反する.

おそらく, チームワークサイズや職場サイズが大きくなっても, それに応じて組織はモニターやサンクションの機能を発達させているのであろう. そのため, サイズだけでは, 職場のフリーライディングに明確な効果を持たないようである.

5.3 仮説 2, 3 の検証

仮説 2 と 3 で, 仕事内容の効果を検討する. 仮説 2 では勤務形態の効果を, 仮説 3 では部門の効果を想定した. そこで, これらを独立変数として, 回帰分析を行った (表 6). 内勤者は, 各部門に 34~68%いる.

表 7. 仮説 4 の回帰分析結果

| 独立変数 | 従属変数 | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 役割内行動 | | 役割外行動 | |
| | モデル 1 | モデル 2 | モデル 3 | モデル 4 |
| 年齢 | .011 (.004) ** | .012 (.004) ** | -.008 (.004) † | -.007 (.004) † |
| 内勤ダミー | .15 (.07) * | | .25 (.07) *** | |
| 内勤×モチベーション | | .05 (.02) * | | .09 (.02) *** |
| 事務ダミー | -.28 (.07) *** | | -.32 (.08) *** | |
| 営業ダミー | -.27 (.09) ** | | -.19 (.10) † | |
| 事務×モチベーション | | -.08 (.02) *** | | -.11 (.02) *** |
| 営業×モチベーション | | -.09 (.03) ** | | -.08 (.03) * |
| モチベーション | .11 (.03) *** | .14 (.03) *** | .15 (.03) *** | .17 (.03) *** |
| R ² | .041 | .041 | .043 | .049 |
| N | 1135 | 1135 | 1144 | 1144 |

† $p<.10$, * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$. VIF<1.6 かつ $p<.10$ のみ. 非標準化係数と標準誤差.

その結果、勤務形態別では、役割内行動と役割外行動のどちらについても、内勤者にフリーライダーが少なかった（モデル 1, モデル 3）。したがって、仮説 2 は検証された。この傾向は、役割外行動のほうが明確である。

結果 2（勤務形態） 内勤者には、外勤者よりフリーライダーが少ない。

部門別では、事務部門と営業部門と比べて、技能部門にフリーライダーが少なかった（モデル 1, モデル 3）。ただし、事務部門と営業部門を比較すると、有意な差はなかった（2 群の差の検定で p 値が .6 以上）。

そこで、事務部門と営業部門をホワイトカラー職場としてまとめると、ブルーカラー職場（技能部門）と比べて、フリーライダーが多い（モデル 2, モデル 4）。以上より、仮説 3 は部分的に検証された。統制変数のうち、性別と転勤経験は効果をもたなかった。

結果 3（部門） ブルーカラー職場である技能部門には、ホワイトカラー職場である事務部門と営業部門とくらべて、フリーライダーが少ない。ただし、事務部門と営業部門の間では、差はない。

なお、先行研究ではこうした勤務形態や部門の間の比較は行われていない。この論文で、はじめて検討された。

5.4 仮説 4 の検証

仮説 4 では、個人間の違いとして、モチベーションの効果を想定した。回帰分析を行った（表 7）。その結果、モチベーションは、役割内行動でも役割外行動でも、組織への貢献に正の効果を持つ（モデル 1, モデル 3）。したがって、仮説 4 は検証された。

年齢、内勤・外勤の勤務形態、事務・営業・技能の部門で統制した。性別、職位、転勤経験、チームワークサイズ、職場サイズは有意な効果を持たなかった。

また、内勤者とモチベーション（外勤者がベースライン）、事務部門とモチベーション、

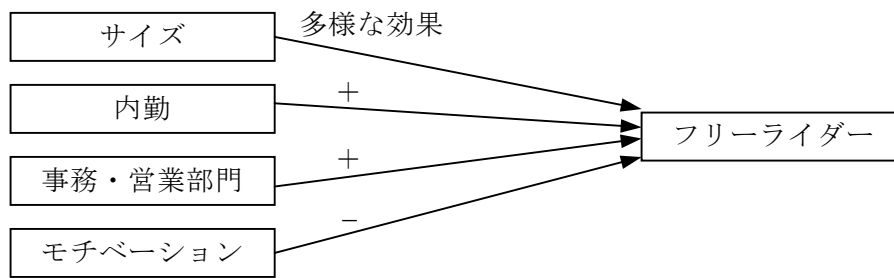


図 1. フリーライダーの要因

営業部門とモチベーション(技能部門がベースライン)の交互作用の効果を調べた。すると、役割内行動と役割外行動ともに、外勤者とくらべて内勤者ほどモチベーションの効果が大きく、技能部門とくらべて事務部門と営業部門ほどモチベーションの効果が少ない(モデル2, 4)。

結果 5 (モチベーション) モチベーションが高い個人ほど、フリーライダーが少ない。この効果は、内勤者や技能部門ほど明確である。

先行研究では、仕事に内発的に関与できるほど、個人は組織に貢献することが分かっている (George 1992)。そうした仕事では、モチベーションが高まるはずなので、我われの結果は反しないだろう。

6. 結論

6.1 要約

この論文では、職場のフリーライディング(ただ乗り)の原因を、組織調査によって実証的に解明した。これまで欧米では調査研究が蓄積されてきたが、日本でははじめての試みである。

調査では、ある大企業の従業員調査に共同研究者として参画して、4 営業所で全数調査を行った。各営業所は事務・営業・技能部門から構成されて、各部門に内勤者と外勤者がいる。分析対象は、有効回答者のうち、上位管理職と部門が複数に渡る者を除いて、1175 人とした。分析の結果、つぎのことを明らかにした。

(i) 役割内行動では 6 割が、役割外行動では半分が、フリーライダーというより貢献者であった。また、組織に担当業務内で貢献する人は、担当業務外でも貢献している(記述統計より)。これらは、先行研究と一致する。

(ii) チームワークをするサイズは大きいほうが、職場のサイズは小さいほうが、フリーライダーを減らす。ただし、外勤者や技能部門ではこの効果はない(結果 1 より)。先行研究では、サイズが大きいほどフリーライダーが増えるので、チームワークのサイズについては一致した。

(iii) 勤務形態別では外勤者より内勤者に、また部門別では事務・営業部門より技能にフリー

ライダーが少ない。ただし、事務部門と営業部門の間に差はない（結果 2, 3 より）。先行研究では、こうした比較は行われていない。

(iv) 個人の違いでは、モチベーションが高い人ほどフリーライダーが少ない。このことは、内勤者と技能部門でよりはっきりする（結果 4 より）。先行研究では、モチベーションの効果を調べたものはない。

以上の結果をまとめると、次となる（図 1）。

結論 チームワークや職場のサイズは、フリーライダーに影響しない。仕事の内容別では、外勤者より内勤者に、また事務部門・営業部門より技能部門にフリーライダーが少ない。個人の違いでは、モチベーションが高い人ほどフリーライダーが少ない。

この論文は、職場のフリーライダーについて、日本ではじめて組織調査を行った。また、内勤・外勤という勤務形態の効果、事務・営業・技能という部門の効果、個人のモチベーションの効果を明らかにした。これらは、他の地域での先行研究でも検討されてこなかった。

6.2 実践的含意

職場でフリーライダーを減らすためには、労働者のモチベーションを高めることがもっとも効果的であろう。調査の結果、サイズの効果は多様であった。またたしかに、勤務形態（内勤・外勤）や部門（事務・営業・技能）は、フリーライダーに影響する。とはいえ、こうした制度的な区分は組織にとって必要なものであろうから、かんたんには変更できない。

そこで、つぎに可能性を期待できるのは、仕事をできるだけ分けることで、個人の責任の範囲を明確にすることだろう。事務部門と営業部門にフリーライダーが多いのは、おそらく仕事が技能部門にくらべて相互に依存しているからである。ただし、仕事の境界を明らかにすることで、分業の利点が失われる危険はあるかもしれない。

6.3 今後の課題

(i) 指標の開発：この論文では、職場のフリーライダーを測定するのに、「同僚からどう評価されていると思うか」を、本人に聞いた。今後は、こうした本人の認識が、同僚からの評価と一致しているのかを確認したい。そもそも、職場のフリーライダーに関して、日本語での調査はこの論文がはじめての試みである。したがって、ワーディングを含めて、適切な指標を開発する必要がある。

(ii) プレッシャーの効果：今回は、サイズ、仕事内容、モチベーションの3つの効果を調べた。現実の組織ではこれらにくわえて、おそらく同僚からの「インフォーマルなプレッシャー」がフリーライダーを効果的に抑制しているだろう。我われの調査でもこの点を質問したので、別の論文で検討する。

表 A1. 役割内行動と役割外行動の分布

| | 役割内行動 | | | 役割外行動 | | |
|-----------------|-------|----------------|-------------|-------|----------------|-------------|
| | 人数 | 有効回答中 パーセント | 累積 パーセント | 人数 | 有効回答中 パーセント | 累積 パーセント |
| 1. かなり少ない | 37 | 3.2 | 3.2 | 56 | 4.9 | 4.9 |
| 2. 少ない | 99 | 8.7 | 11.9 | 159 | 13.8 | 18.7 |
| 3. どちらかというとき少ない | 302 | 26.4 | 38.4 | 344 | 29.9 | 48.6 |
| 4. どちらかというとき多い | 477 | 41.8 | 80.1 | 383 | 33.3 | 81.8 |
| 5. 多い | 166 | 14.5 | 94.7 | 161 | 14.0 | 95.8 |
| 6. かなり多い | 61 | 5.3 | 100.0 | 48 | 4.2 | 100.0 |
| 有効回答計 | 1142 | 100.0 | | 1151 | 100.0 | |
| 欠損 | 12 | | | 3 | | |
| 合計 | 1154 | | | 1154 | | |

付録：役割内行動と役割外行動の度数

役割内行動の質問項目：

『周りの所員と連携しなければならないような』仕事（以下、協業業務という）について、おたずねします。

あなたは上記のような『協業業務』について、それを一緒にするメンバーから、どれくらいの量をこなしていると思われるでしょうか。メンバーの気持ちを推測してお答えください。メンバーの期待より・・・と思われる。

1=かなり少ない，2=少ない，3=どちらかといえば少ない，4=どちらかといえば多い，5=多い，6=かなり多い。

役割外行動の質問項目：

係全体の電話に出るなど、『特に担当は決まっていなくて誰かがやる必要のある』仕事（以下、非担当業務という）について、おたずねします。

あなたは上記のような『非担当業務』について、メンバーから、どれくらいの量をこなしていると思われるでしょうか。メンバーの気持ちを推測してお答えください。メンバーに・・・と思われる。

1=かなり少ない，2=少ない，3=どちらかといえば少ない，4=どちらかといえば多い，5=多い，6=かなり多い。

【文献】

- Albanese, Robert and David D. Van Fleet. 1985. "Rational Behavior in Groups: The Free-Riding Tendency." *Academy of Management Review* 10 (2): 244-255.
- Axelrod, Robert. 1984. *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books. =1987. 松田裕之訳『つきあひ方の科学』HBJ 出版局.
- Brubaker, E. R. 1975. "Free Ride, Free Revelation, or Golden Rule?" *Journal of Law and Economics* 18: 147-161.
- Condie, S. J., W. K. Warner, and D. C. Gillman. 1976. "Getting Blood from Collective Turnips: Volunteer Donation in Mass Blood Drives." *Journal of Applied Psychology* 61(3): 290-294.
- Dawes, Robyn M. 1980. "Social Dilemmas." *Annual Review of Psychology* 31:169-93.

- Deci, Edward L. 1975. *Intrinsic Motivation*. Plenum Press.
- 藤井聡. 2003. 『社会的ジレンマの処方箋』ナカニシヤ出版.
- George, Jennifer M. 1992. “Extrinsic and Intrinsic Origins of Perceived Social Loafing in Organizations.” *Academy of Management Journal* 35:191-202.
- Herzberg, Frederick, Bernard Mausner, and Barbara Bloch Snyderman. 1959. *The Motivation to Work*. Wiley.
- Kidwell, Ronald E. and Nathan Bennett. 1993. “Employee Propensity to Withhold Effort: A Conceptual Model to Intersect Three Avenues of Research.” *Academy of Management Review* 18: 429-56.
- Kidwell, Roland E. and Chet Robie. 2003. “Withholding Effort in Organizations: Toward Development and Validation of a Measure.” *Journal of Business and Psychology* 17: 537-61.
- 小林盾. 2005. 「組織活性化と労働移動：転職と働き方に関する意識調査から」大浦宏邦編『秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ』日本学術振興会科学研究費報告書.
- Kollock, Peter. 1998. “Social Dilemmas: The Anatomy of Cooperation.” *Annual Review of Sociology* 24:183-214.
- Leibowitz, Arleen and Robert Tollison. 1980. “Free Riding, Shirking and Team Production in Legal Partnerships.” *Economic Inquiry* 18: 380-394.
- Liden, Robert C., Sandy J. Wayne, Renata A. Jaworski, and Nathan Bennett. 2004. “Social Loafing: A Field Investigation.” *Journal of Management* 30: 285-304.
- March, James G. and Herbert Simon. 1958. *Organizations*. New York: John Wiley and Son.=1977. 土屋守章訳『オーガニゼーション』ダイヤモンド社.
- Murphy, Susan M., Sandy J. Wayne, Robert C. Liden, and Berrin Erdogan. 2003. “Understanding Social Loafing: The Role of Justice Perceptions and Exchange Relationships.” *Human Relations* 56: 61-84.
- 沼上幹. 2003. 『組織戦略の考え方：企業経営の健全性のために』筑摩書房.
- Olson, Mancur. 1965. *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*. Harvard University Press.=1983. 依田博・森脇俊雅訳『集合行為論：公共財と集団理論』ミネルヴァ書房.
- Samuelson, Paul A. 1954. “The Pure Theory of Public Expenditure.” *Review of Economics and Statistics* 36: 387-389.
- 城山三郎監修. 2001. 『今こそ、人を育てる。』光文社.
- Smith, Adam. 1776. *An inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. =1969. 大内兵衛・松川七郎訳『諸国民の富』岩波書店.
- 高橋伸夫. 1997. 『日本企業の意思決定原理』東京大学出版会.
- Tsui, Anne. 1984. “A Role Set Analysis of Managerial Reputation.” *Organizational Behavior and Human Performance* 34: 64-96.
- Van Dyne, Linn and Jeffrey A. LePine. 1998. “Helping and Voice Extra-Role Behaviors: Evidence of Construct and Predictive Validity.” *Academy of Management Journal* 41: 108-119.
- 山岸俊男. 1998. 『信頼の構造：こころと社会の進化ゲーム』東京大学出版会.
- . 2002. 「社会的ジレンマ研究の新しい動向」今井晴雄・岡田章編『ゲーム理論の新展開』頸草書房.

【謝辞】

調査対象企業と回答者に感謝します。また調査票の作成にあたり、特に高橋康二氏、高橋伸夫氏、橋爪裕子氏、村中泰子氏、八木隆一郎氏に感謝します。

職場のゲーム

ーフリーライダー問題のゲーム理論的予測と組織調査ー

小林 盾
(シカゴ大学)

【要旨】

この論文は、職場が「チキンゲーム」になっているためにフリーライダーが出現することを、労働組織への質問紙調査によって示す。組織が効率的に運営されるためには、フリーライダーが少ないことが不可欠である。しかしこれまで、職場は囚人のジレンマゲームと考えられてきたため、フリーライダーと非フリーライダーが混在することを説明できなかった。そこでこの論文では、ゲーム理論によって可能性を検討してから、組織調査で検証する。ある日本の大企業の4営業所で全数調査を行い、つぎのことが分かった。(i) 担当業務内の仕事について、職場は「チキンゲーム」になっている。つまり、同僚にフリーライダーが多いと考える人ほど組織に貢献し、少ないと認識している人ほどフリーライダーとなる。(ii) 担当業務外の仕事については、ホワイトカラー職場ではチキンゲームに、ブルーカラー職場では調整ゲームになっている。つまり、ブルーカラー職場では同僚にフリーライダーが少ないと考える人ほど、貢献者となる。これまで、職場は囚人のジレンマゲームになっていると想定されてきたが、修正が必要であろう。チキンゲームであれば、フリーライダーと貢献者が混在することが均衡となる。

キーワード：職場，フリーライダー，ゲーム理論，チキンゲーム，調整ゲーム，囚人のジレンマゲーム

1. はじめに

1.1 背景

職場組織が活性化されるためには、職場のフリーライダーを減らすことが不可欠である。ここで「フリーライダー」とは、組織の目的に貢献している人がいる時に、手を抜いて貢献せず、成果にただ乗りする人をさす。逆に組織に貢献する人を、ここでは「貢献者」とよぶ。

たしかに日本の職場では、労働者が「相互協調的」でしかも「相互監視的」と考えられてきた。そのため、ともすればフリーライダーは存在しないか、いてもわずかと想定されてきた。ところが現実には、しばしば「2, 6, 2の法則」として、「日本の職場では2割が組織に貢献して、2割がぶら下がっている」ともいわれる(城山 2001)。近年は、後輩の教育、職場の雰囲気作り、労働組合への参加などで、フリーライダー問題が指摘されている(沼上 2003)。

1.2 問題

これまで、職場は囚人のジレンマゲーム的な状況になっていると想定されてきた（近藤 1992, 高橋 1997）。しかしそれでは、職場にフリーライダーがいることは説明できても、どうして職場に貢献者もいるのかが説明できない（詳しくは 2 節）。

そこでこの論文では、ゲーム理論を用いて、次の問題を検討する。

問題 職場がどういうゲームになっているために、フリーライダーと貢献者が混在するのか。

具体的には、ゲーム理論によって可能性を検討してから、組織調査で検証する（回答者 1,242 人、全数調査）。ゲームとは、自分の意思決定が他人の意思決定に影響され、同時に他人にも影響を与える場合をいう。ゲーム理論とは、そうした状況で、合理的な人びとがどう意思決定するかを予測する。

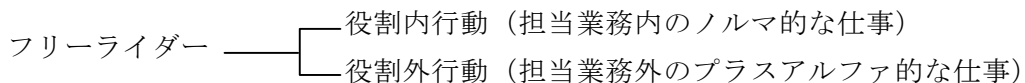
人が組織内でフリーライダーになるのは、「他の人がフリーライダーだから」かもしれないし、逆に「他の人がよく貢献しているから」かもしれない。あるいは、「他の人の働きぶりと無関係に」フリーライダーとなる場合もあるだろう。これらは、ゲーム理論的には調整ゲーム、チキンゲーム、囚人のジレンマゲームに相当する（厳密な定義は 2 節）。

3 つのゲームはそれぞれ、ゲームの構造が異なるため、解決策も異なる。したがって、職場がどのゲームとなっているのかを特定できないと、組織はフリーライダーへの対策を立てることが難しい。逆に、もしどのゲームなのか分かれば、効果的に対策を立てることが可能となるだろう。

1.3 先行研究

組織におけるフリーライダー問題を最初に指摘したのは、Olson (1965) であった。その組織研究は、フリーライダー的行動を「怠業 Job neglect」「さぼり Shirking」「社会的手抜き Social loafing」「手抜き Withholding effort」として概念化してきた (Kidwell and Robie 2003 参照)。

またフリーライダーが現れる場面を、役割内行動と役割外行動に分ける（たとえば Van Dyne and LePine 1998）。「役割内行動 In-role behavior」は、売り上げを達成するなど、自分の担当業務内の仕事としてノルマ的にこなされる。「役割外行動 Extra-role behavior」は、後輩を教育するなど、担当業務外だが誰かがやる必要のある仕事で、プラスアルファ的にこなされる。



こうした枠組みにもとづいて、現実の組織における組織調査が蓄積されてきた (Kidwell and Bennett 1993 参照)。たとえば欧米では、フリーライダーは少数派である (1=フリーライダー, 5=貢献者の 5 点尺度で平均 4.37, 標準偏差 0.7, アメリカの営業職, George 1992)。また、役割内行動よりも役割外行動で、フリーライダーが多い (6 点尺度で 1 程度の差, アメリカの企業, Van Dyne and LePine 1998)。日本では、役割内行動の貢献者はほぼ 6 割、役割外行動では半数いる (小林他 2005)。

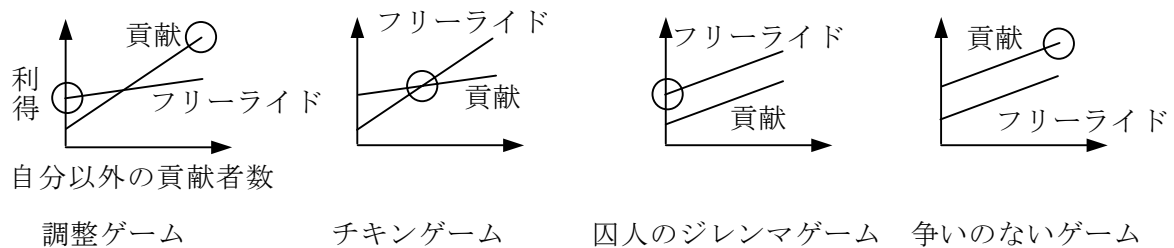


図 1. 4つのゲーム (円はナッシュ均衡)

ただし、多くは「職場がどういうゲームだからフリーライダーが出現した」かを明確にしていない。その中で、近藤 (1992) は、職場を労働者同士の囚人のジレンマゲームととらえる。そのうえで、Axelrod (1984) を踏まえて、フリーライダーにはフリーライドによってしっぺ返しすることで、全員が貢献するようになると予測する。高橋 (1997) も、この枠組みを踏襲する。

しかし理論的には、3人以上のゲームだと、しっぺ返しがフリーライドだけでなく、貢献者にもダメージを与える。そのため、フリーライダーだけを減らすことはできない。また経験的にも、職場にはフリーライダーと貢献者が混在する。貢献者だけが残っているわけではない。なお、組織以外のフリーライダー問題では、囚人のジレンマゲームが想定されることが多い (山岸 1998, 藤井 2003 など)。

以下では、2節で数理モデルによって可能性を検討してから、仮説を立てる。3節でデータと変数について説明して、4節で分析結果を報告する。最後に実践的含意と今後の課題を提示する。

2. 数理モデルと仮説

2.1 ゲーム理論

ゲーム理論を用いて、職場にフリーライダーが現れる状況を調べる。プレイヤーは職場の労働者で、 n 人 (2人以上) いる。行動 (選択肢) は「貢献する C 」と「フリーライドする D 」の2つのみとする。利得 u は、自分の行動と、自分を除いた職場の貢献者の数 m (0 から $n-1$ 人) の関数とする。

ここでは、次の仮定を置く。

- ・モデルを簡単にするために、みなが同じ立場にあると考える (対称ゲームをプレーする)。つまり、立場を入れ換えても、利得が変わらない。
- ・利得関数は貢献者の数 m に比例して増加する (線型の狭義単調増加関数である) とする。
- ・貢献するかフリーライドするかによって、利得に差があるとする ($u(C, m) \neq u(D, m)$) 。
- ・プレイヤーは、状況にたいして自分の利得を最大して、合理的な意思決定をする (最適反応をする) 。

すると、次の4つのゲームで、全ての可能な状況を列挙できる (2人ゲームの場合は Weibull 1995 参照)。各ゲームの利得関数は、図1のようになる。

定義 1 (調整ゲーム) ある m^* が存在して、対称ゲームの利得関数が

$$u(C, m) > u(D, m) \quad \text{if } m \geq m^*,$$

$$u(C, m) < u(D, m) \quad \text{if } m \leq m^*-1,$$

の時、「調整ゲーム」という。

調整ゲーム（保証ゲームとよばれることもある）では、もし職場の貢献者が（自分を除いて） m^* 人以上なら、自分も貢献することが合理的である（利得が高い）。一方、もし m^*-1 人以下なら、自分はフリーライダーとなることが合理的である。

この時、職場のすべての個人が意思決定をした結果、実現する状態は2つある。「全員が貢献者となる」か、「全員がフリーライダーとなる」状態である。これらは、「純粋ナッシュ均衡」とよばれる。ナッシュ均衡とはいったん実現したらそこに留まることが合理的である状態をさす。そのうち純粋とは、行動の確率的な組み合わせを除くことをさす。

したがって、フリーライダーがいるとすれば、それは「同僚がフリーライダーだから」である。「赤信号、みんなで渡れば怖くない」という場合であろう。

定義 2 (チキンゲーム) ある m^* が存在して、対称ゲームの利得関数が

$$u(C, m) < u(D, m) \quad \text{if } m \geq m^*,$$

$$u(C, m) > u(D, m) \quad \text{if } m \leq m^*-1,$$

の時、「チキンゲーム」という。

チキンゲームでは、もし職場の貢献者が（自分を除いて） m^* 人以上なら、自分はフリーライダーとなることが合理的である。もし m^*-1 人以下なら、自分は貢献することが合理的となる。貢献者が十分いるならフリーライダーとなるし、フリーライダーが多いなら自分が貢献せざるをえない、という状況である。

このチキンゲームにはナッシュ均衡が1つだけ存在して、「 m^* 人が貢献者で、残りがフリーライダー」という状態である。この時、人がフリーライドするのは、「多くの同僚が貢献しているから」である。

定義 3 (囚人のジレンマゲーム) 対称ゲームの利得関数が

$$u(C, m) < u(D, m) \quad \text{for any } m,$$

の時、「囚人のジレンマゲーム」という。

囚人のジレンマゲームでは、職場の貢献者が何人だろうと、自分はフリーライダーとなることが合理的である。この時、同僚が貢献してもしなくても、それとは独立にフリーライダーが現れる。唯一のナッシュ均衡は、「全員がフリーライダー」という状態である。

定義 4 (争いのないゲーム) 対称ゲームの利得関数が

$$u(C, m) > u(D, m) \quad \text{for any } m,$$

表 1. ゲームの均衡

| ゲーム | ナッシュ均衡 |
|------------|------------------------|
| 調整ゲーム | 全員が貢献者, あるいは全員がフリーライダー |
| チキンゲーム | m^* 人が貢献者で残りがフリーライダー |
| 囚人のジレンマゲーム | 全員がフリーライダー |
| 争いのないゲーム | 全員が貢献者 |

の時, 「争いのないゲーム」という.

争いのないゲームでは, 職場の貢献者が何人だろうと, 自分は貢献することが合理的である. 文字通り, 争いはない. 唯一のナッシュ均衡は「全員が貢献者」な状態である.

2.2 仮説

以上の4つのゲームのうち, フリーライダーが存在するのは争いのないゲーム以外の3つである. ただし先行研究によれば, 職場にはフリーライダーと貢献者がそれぞれ一定量いる. そうなるのは, チキンゲームだけである (表 1).

したがって, 職場はチキンゲームになっていると予想できる. もしそうなら, 人びとがフリーライドするのは, 同僚が貢献するからである. そこで, 担当業務内の役割内行動について, つぎの仮説を立てる.

仮説 1 (役割内行動) 担当業務内のノルマ的な仕事について, 同僚が貢献者であると考えている人ほど, フリーライダーであろう.

担当業務外の仕事である役割外行動についても, 同様に考えることができるだろう.

仮説 2 (役割外行動) 担当業務外のプラスアルファ的な仕事について, 同僚が貢献者であると考えている人ほど, フリーライダーであろう.

3. 方法

3.1 データ

ある企業の協力を得て, 調査対象企業の従業員調査に共同研究者として参画することによりデータを集めた.

- ・調査実施時期: 2004年7月.
- ・調査方式: 質問紙による, 職場での留め置き. 自計式. 全158項目.
- ・調査実施機関: 応用社会心理学研究所.
- ・調査対象: ある日本の大企業に勤務する従業員 (全員が正規のフルタイム勤務).
- ・サンプリング方法: 4営業所で全数調査.
- ・計画対象数: 1,242人.
- ・有効回収数: 1,219人 (回収率 98.1%).

- ・ 依頼方法：職場改善運動の一環で「意識に関するアンケート」として依頼。
- ・ 回収方法：厳封の上、営業所内の担当者に匿名で提出。

職場環境をコントロールするために、先行研究にならって、同一の組織内で調査した。依頼は、営業所長を含めて全ての従業員にたいして行われた。調査日に休んだり出張中だった場合以外は、基本的に全員が回答している。

分析では、主任以上の管理職 188 人と、職場が複数の部門に関わる者 4 人と、職位・職場が欠損している 21 人を除いて、1006 人を対象とする。状況を対称ゲームであると仮定したため、管理職を除いて、同じ職位の者のみを対象にする。

各営業所は、事務、営業、技能の 3 部門から構成され、各部門に内勤者と外勤者がいる。途中入社や転職する者は少ない。分析対象 1006 人の属性は、つぎの通りである。

- ・ 平均年齢 34.3 歳（標準偏差 8.0 歳），男性 88.1%／女性 11.8%／欠損 0.1%。
- ・ 転勤経験 81.0%。
- ・ 内勤 53.3%／外勤 46.7%。
- ・ 事務部門 46.9%／営業部門 18.0%／技能部門 35.1%。
- ・ ホワイトカラー職場（事務部門と営業部門）64.9%／ブルーカラー職場（技能部門）35.1%。

3.2 従属変数

調査票では、役割内行動と役割外行動を各 1 項目で次のように質問する。ワーディングは、まず先行研究を参考にしてたたき台を作った。それをもとに、内容が正確に伝わるように、対象企業の担当者が修正した（先行研究との関連は小林他 2005 参照）。

役割内行動の質問項目：

『周りの所員と連携しなければならないような』仕事（以下、協業業務という）について、おたずねします。

あなたは上記のような『協業業務』について、それを一緒にするメンバーから、どれくらいの量をこなしていると思われるでしょうか。メンバーの気持ちを推測してお答えください。メンバーの期待より・・・と思われる。

1=かなり少ない，2=少ない，3=どちらかといえば少ない，4=どちらかといえば多い，5=多い，6=かなり多い。

役割外行動の質問項目：

係全体の電話に出るなど、『特に担当は決まっていなくても誰かがやる必要のある』仕事（以下、非担当業務という）について、おたずねします。

あなたは上記のような『非担当業務』について、メンバーから、どれくらいの量をこなしていると思われるでしょうか。メンバーの気持ちを推測してお答えください。メンバーに・・・と思われる。

1=かなり少ない，2=少ない，3=どちらかといえば少ない，4=どちらかといえば多い，5=多い，6=かなり多い。

3.3 独立変数

周りの同僚がどれだけ貢献しているかと個人が考えているのかを、「周囲推測」とよぶ。「役割内行動の周囲推測」と「役割外行動の周囲推測」を、次の項目で質問する。係が職場の最小単位である。

役割内行動の周囲推測の質問項目：

あなたの係全体で、『協業業務』に対して手を抜かずに取り組む人は（あなたを含めて）どれくらいいると思いますか。

1=ほとんどいない（0~1割の人），2=少しいる（2~3割の人），3=半分くらいいる（4~6割の人），4=多くいる（7~8割の人），5=ほとんど全員（9~10割の人）。

役割内行動の周囲推測の質問項目：

あなたの係全体で、『非担当業務』をしている人は（あなたを含めて）どれくらいいると思いますか。

1=ほとんどいない（0~1割の人），2=少しいる（2~3割の人），3=半分くらいいる（4~6割の人），4=多くいる（7~8割の人），5=ほとんど全員（9~10割の人）。

もし職場がチキンゲームとなっているなら、周囲推測が高い人ほど、同僚に貢献者が多いと考えているので、フリーライダーであろう。他方、もし調整ゲームとなっているなら、周囲推測が高い人ほど貢献者で、低い人ほどフリーライダーだろう。もし囚人のジレンマゲームならば、周囲推測はフリーライディングに有意な効果を持たないはずだ。

3.4 統制変数

統制変数として、年齢、性別（男性ダミー，1=男性，0=女性），転勤経験（ダミー，1=転職経験あり，0=なし），職場サイズ（係の人数）を用いる。

また、フェイス項目で「主な勤務形態」が内勤か外勤かをたずねて、「内勤ダミー」を作る（1=内勤，0=外勤）。フェイス項目の「所属部署」は、事務、営業、技能の3つの部門へとまとめて、「事務部門ダミー」と「営業部門ダミー」を作る（技能部門がベースライン）。事務部門と営業部門をまとめて「ホワイトカラー職場」とよび、「ホワイトカラー職場ダミー」を作る。

さらに、心理的な「モチベーション」を、2つの項目「今の仕事が楽しい」と「今の仕事にとっても生きがいを感じる」の回答の平均で測定する（クロンバックの $\alpha=.90$ ）。これは、動機付け要因（Herzberg 1959）や内発的モチベーション（Deci 1975）の指標となる。尺度は、1=そう思わない，2=どちらかといえばそう思わない，3=どちらともいえない，4=どちらかといえばそう思う，5=そう思う，の5点である。

勤続年数は、年齢と共線性があるため除く。他にも、もし共線性がある場合は、 $VIF<1.6$ を基準として分析から省く。

3.5 統計モデル

表 2. 記述統計

| | 人数 | 最小 | 最大 | 平均 | 標準偏差 | 相関係数 | | | |
|---------------|------|----|----|------|------|------|------|-----|-----|
| | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. 役割内行動 | 994 | 1 | 6 | 3.69 | 1.09 | | | | |
| 2. 役割外行動 | 1003 | 1 | 6 | 3.49 | 1.16 | .35 | | | |
| 3. 役割内行動の周囲推測 | 997 | 1 | 5 | 3.15 | 1.30 | -.07 | -.03 | | |
| 4. 役割外行動の周囲推測 | 1001 | 1 | 5 | 2.75 | 1.13 | -.12 | -.02 | .27 | |
| 5. モチベーション | 1004 | 1 | 5 | 2.89 | 1.10 | .09 | .13 | .10 | .07 |
| 全体 | 1006 | | | | | | | | |

表 3. 平均値

| | 人数 | 役割内行動 | 役割外行動 | 役割内行動の 周囲推測 | 役割外行動の 周囲推測 |
|------|-----|-------|-------|----------------|----------------|
| 男性 | 886 | 3.70 | 3.50 | 3.14 | 2.77 |
| 女性 | 119 | 3.61 | 3.40 | 3.18 | 2.64 |
| 内勤者 | 536 | 3.75 | 3.54 | 3.15 | 2.83 |
| 外勤者 | 470 | 3.63 | 3.43 | 3.14 | 2.67 |
| 事務部門 | 472 | 3.59 | 3.36 | 3.19 | 2.90 |
| 営業部門 | 181 | 3.57 | 3.45 | 3.03 | 2.55 |
| 技能部門 | 353 | 3.90 | 3.67 | 3.15 | 2.66 |

仮説の検証には、最小自乗法による線型回帰分析を用いる。独立変数はかならず残すが、統制変数の効果が 10%水準で有意でない場合は除く。

4. 結果

4.1 記述統計

記述統計は表 2, 表 3 の通りである。役割内行動と役割外行動の相関が高く(相関係数が.35), 役割内行動の周囲推測と役割外行動の周囲推測もよく相関している (.27)。役割内行動と役割外行動が関連するのは、先行研究と一致する (Van Dyne and LePine 1998)。ただし、それぞれとモチベーションの相関は、高くない (.1 前後)。

4.2 仮説 1 の検証

「役割内行動」を従属変数として、「役割内行動の周囲推測」を独立変数にした回帰分析を行う(表 4)。その結果、回答者全体として、周囲推測が負の効果を持つ(5%水準, モデル 1)。つまり、周囲推測が高い人ほど(同僚に貢献者が多いと考える人ほど)、フリーライダーであった。周囲推測が 1 段階上がる(貢献者が 20%多いと認識する)と、役割内行動が 6 段階中.07 下がる。なおこの効果は、内勤者・外勤者別にしても、事務・営業・技能という部門別にしても、一貫していた。

したがって、仮説 1 は検証された。周囲推測が高いほどフリーライドするのは、職場がチキンゲームになっているためであろう。チキンゲームでは、貢献者が多い時ほどフリーライ

表 4. 仮説 1 の回帰分析結果（従属変数＝役割内行動）

| 独立変数 | モデル 1 | モデル 2 | モデル 3 |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|
| 年齢 | .009 (.004) * | .009 (.004) * | .009 (.004) * |
| 内勤ダミー | .16 (.07) * | | .15 (.07) * |
| 内勤×役割内行動 の周囲推測 | | .04 (.02) † | |
| 事務部門ダミー | -.30 (.08) *** | -.29 (.08) *** | |
| 営業部門ダミー | -.32 (.10) ** | -.32 (.10) ** | |
| 事務部門×役割内行動 の周囲推測 | | | -.09 (.02) *** |
| 営業部門×役割内行動 の周囲推測 | | | -.10 (.03) *** |
| モチベーション | .09 (.03) ** | .09 (.03) ** | .09 (.03) ** |
| 役割内行動の周囲推測 | -.07 (.03) * | -.09 (.03) ** | -.01 (.03) |
| R ² | .041 | .040 | .042 |

N = 986. † $p < .10$, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. VIF < 1.6 かつ $p < .10$ のみ.
非標準化係数と標準誤差.

ドすることが合理的であった。

統制変数のうち、性別、転勤経験、職場サイズは効果がなかった。

結果 1（役割内行動） 役割内行動では周囲推測が高い人ほど、フリーライダーである。つまり、担当業務内のノルマ的な仕事について、同僚が貢献者であると考えている人ほど、フリーライダーである。これは、職場がチキンゲームになっているためであろう。

交互作用効果はどうか。勤務形態別では内勤者に貢献者が多く、部門別では事務部門と営業部門にフリーライダーが多い（モデル 1）。そこで、これらと周囲推測の交互作用効果を調べる。すると、内勤者ほど周囲推測の効果が弱い（モデル 2）。また、事務部門や営業部門ほど、周囲推測の効果が強まる（モデル 3）。

4.3 仮説 2 の検証

つぎに「役割外行動」を従属変数として、「役割外行動の周囲推測」を独立変数にした回帰分析を行う（表 5）。すると、全体では周囲推測の効果が明確ではない。

そこで、事務部門と営業部門を「ホワイトカラー職場」へとまとめて、技能部門の「ブルーカラー職場」と比較した。すると、ホワイトカラー職場では周囲推測が役割外行動にたいして負の効果を持つ（10%水準）。したがって、ホワイトカラー職場では、職場がチキンゲームになっているといえよう。これは仮説 2 を支持する。

結果 2（ホワイトカラー職場での役割外行動） ホワイトカラー職場の役割外行動では、周囲推測が高い人ほど、フリーライダーである。つまり、担当業務外のプラスアルファ的な仕事について、同僚が貢献者であると考えている人ほど、フリーライダーである。これは、職場がチキンゲームになっているためであろう。

表 5. 仮説 2 の回帰分析結果（従属変数＝役割外行動）

| 独立変数 | 全体 | ホワイトカラー | ブルーカラー |
|----------------|----------------|---------------|---------------|
| 年齢 | -.01 (.00) ** | -.02 (.01) ** | |
| 内勤ダミー | .24 (.08) * | .24 (.09) * | |
| 事務部門ダミー | -.35 (.08) *** | | |
| 営業部門ダミー | -.19 (.10) † | | |
| モチベーション | .13 (.03) *** | .08 (.04) † | .26 (.05) *** |
| 役割外行動の周囲推測 | -.04 (.03) | -.07 (.04) † | .08 (.06) |
| R ² | .044 | .030 | .076 |
| N | 989 | 647 | 349 |

† $p < .10$, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. VIF < 1.6 かつ $p < .10$ のみ.

非標準化係数と標準誤差.

他方、ブルーカラー職場では、正の効果を持つが、有意ではない (p 値=18.9) . とはいえ、非標準化係数 (.08) の絶対値は、ホワイトカラー職場での効果や、役割内行動への周囲推測の効果を上回る (-.07) . 有意でないのは、サンプル数が少ないためであろう.

もし周囲推測が役割外行動に正の効果を持つなら、職場は調整ゲームになっているはずである. なぜなら、調整ゲームでは貢献者が多い時ほど貢献し、フリーライダーが多い時ほどフリーライドするからである. なお、ブルーカラー職場（技能部門）には、ホワイトカラー部門と比べてフリーライダーが少ない（表 3 より）. なので、「同僚が貢献しているから自分も貢献する」という人が多いのだろう.

統制変数のうち、性別、転勤経験、職場サイズは、ホワイトカラー職場でもブルーカラー職場でも効果がなかった. 年齢と勤務形態（内勤・外勤）は、ブルーカラー職場で効果を持たない.

結果 3（ブルーカラー職場での役割外行動） ブルーカラー職場の役割外行動では、周囲推測が低い人ほど、フリーライダーである. つまり、担当業務外のプラスアルファ的な仕事について、同僚がフリーライダーであると考えている人ほど、フリーライダーである. これは、職場が調整ゲームになっているためであろう. ただし、明確な効果とはいえない.

5. 結論

5.1 実践的含意

以上から、次を結論できる（図 2）.

結論 ほとんどの職場がチキンゲームとなっており、ブルーカラー職場の役割外行動についてのみ調整ゲームになっている.

これまで、職場は囚人のジレンマゲームと考えられてきた（たとえば近藤 1992, 高橋 1997）. チキンゲームでフリーライダーを減らすには、均衡で必要とされる貢献者数を増やすことが有効であろう. そうすることで、フリーライダーは「自分がやらねば」と組織に貢献しは

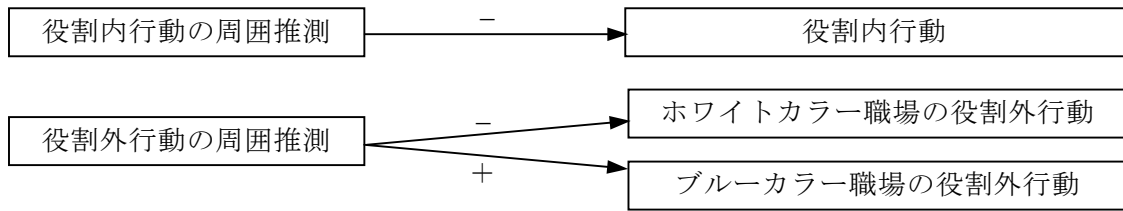


図 2. 結果の要約

じめる可能性がある。

他方、調整ゲームや囚人のジレンマゲームでフリーライダーを減らすには、「貢献者が多い」と認知させることが役立つ。「同僚が頑張っているなら、自分も頑張ろう」という意識が生まれて、好循環を生むだろう。ただし、もし職場がチキンゲームになっていたなら、この方法は逆にフリーライダーを増やしてしまうので、注意を要する。職場がどのゲームになっているのかを、見極めることが肝要である。

5.2 議論

- (i) 因果の方向：この論文では、「周囲にフリーライダーが少ないと推測した結果、フリーライドする」という因果関係を想定した。しかしもしかしたら、その逆に「フリーライドした結果、周囲にはフリーライダーが少ないと推測した」のかもしれない。この可能性を調べるには、パネル調査を行うなど工夫が必要である。
- (ii) 最適反応：またこの論文では、プレイヤーの周囲推測はつねに合理的である（最適反応である）という前提を置いた。しかし、実験室実験によれば、囚人のジレンマゲームをプレーしていても、参加者はあたかも他のゲームであるかのように反応することがあるという（Fischbacher et al. 2001）。つまり、客観的な利得構造を主観的な効用へと変換してから、それに最適反応する。もし職場でもそうであるなら、周囲推測が貢献行動に負の効果を持っていたとしても、必ずしもチキンゲームをプレーしているとは断定はできないかもしれない。
- (iii) 非対称性：この論文では、労働者の立場が対称であると仮定した。しかし組織には一般に、なんらかの構造が存在して、意思決定を制約する。命令系統といった縦方向の構造はつねにあるし、役割分担といった横方向の分業も存在する。そうした制約を、今後は考慮に入れる必要があるだろう。

【文献】

- Axelrod, Robert. 1984. *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books. =1987. 松田裕之訳『つきあい方の科学』HBJ 出版局。
- Deci, Edward L. 1975. *Intrinsic Motivation*. Plenum Press.
- Fischbacher, Urs, Simon Gächter, and Ernst Fehr. 2001. “Are People Conditionally Cooperative?: Evidence from a Public Goods Experimentant.” *Economic Letters* 71: 397-404.
- 藤井聡. 2003, 『社会的ジレンマの処方箋』ナカニシヤ出版。
- George, Jennifer M. 1992. “Extrinsic and Intrinsic Origins of Perceived Social Loafing in Organizations.” *Academy*

of Management Journal 35: 191-202.

- Herzberg, Frederick, Bernard Mausner, and Barbara Bloch Snyderman. 1959. *The Motivation to Work*. Wiley.
- Kidwell, Ronald E. and Nathan Bennett. 1993. "Employee Propensity to Withhold Effort: A Conceptual Model to Intersect Three Avenues of Research." *Academy of Management Review* 18: 429-56.
- Kidwell, Roland E. and Chet Robie. 2003. "Withholding Effort in Organizations: Toward Development and Validation of a Measure." *Journal of Business and Psychology* 17: 537-61.
- 小林盾・小山友介・大浦宏邦. 2005. 「職場のフリーライダー：サイズ、仕事内容、モチベーションの効果」大浦宏邦編『秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ』日本学術振興会科学研究費報告書.
- 近藤哲夫. 1992. 「組織の活性化と囚人のジレンマ」『組織科学』26: 44-55.
- Olson, Mancur. 1965. *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*. Harvard University Press. = 1983. 依田博・森脇俊雅訳『集合行為論：公共財と集団理論』ミネルヴァ書房.
- 沼上幹. 2003. 『組織戦略の考え方：企業経営の健全性のために』筑摩書房.
- 城山三郎監修. 2001. 『今こそ、人を育てる。』光文社.
- 高橋伸夫. 1997. 『日本企業の意思決定原理』東京大学出版会.
- Van Dyne, Linn and Jeffrey A. LePine. 1998. "Helping and Voice Extra-Role Behaviors: Evidence of Construct and Predictive Validity." *Academy of Management Journal* 41: 108-119.
- 山岸俊男. 1998. 『信頼の構造：こころと社会の進化ゲーム』東京大学出版会.
- Weibull, Jörgen. 1995. *Evolutionary Game Theory*. M.I.T. Press. = 1998. 大和瀬達二監訳, 三澤哲也他訳『進化ゲームの理論』文化書房博文社

【謝辞】

調査対象企業と回答者に感謝します。また調査票の作成にあたり、特に大浦宏邦氏、小山友介氏、高橋康二氏、高橋伸夫氏、橋爪裕子氏、村中泰子氏、八木隆一郎氏に感謝します。

第 5 部

方法

社会学における進化論*

佐藤嘉倫
(東北大学)

【要旨】

社会学における進化ゲーム理論とエージェント・ベースト・モデルの可能性を検討する。具体的には、社会学の中心問題の一つである秩序問題に焦点を当て、この問題にいかにかにアタックすることが可能かをアクセルロッドの研究の展開をたどりながら、検討する。そしてアクセルロッドが用いた遺伝アルゴリズムによるシミュレーション結果がしつぺ返し戦略の頑健性を示すことを紹介する。最後に、進化ゲーム理論とエージェント・ベースト・モデルが、秩序問題の解明だけでなく、人々の相互作用を通じて社会が変化していく過程を分析するのに適していることを指摘する。

キーワード：進化ゲーム理論， エージェント・ベースト・モデル， 遺伝アルゴリズム

1. 社会学と進化論

社会学はその起源から進化論と親和的な関係にあった。社会学は、19世紀前半、フランス人のオーギュスト・コントによって名付けられた学問領域である。そして、19世紀中ごろにおけるダーウィンの生物進化論の影響を受けながら、ハーバート・スペンサーが「社会進化論」を提唱するに至った⁽¹⁾。彼は、社会を1つの有機体とみなし、生物が組織や器官を分化させるのと同様に、社会も同質的なものから異質的なものへ分化すると考えた。具体的には、軍事型社会から分業の発展に基づく産業型社会への発展を社会の進化として捉えた。

アナロジーとはいえ、社会を生物と同じような有機体とみなすという発想は、いかにもダーウィン進化論の影響下にあった19世紀的発想であり、現在ではほとんどの社会学者は有機体説と結びついた社会進化論を支持していない。しかし社会が分化していくという発想は、産業化論や近代化論などのマクロな社会変動論の基礎となっている。その意味では、有機体説と切り離された社会進化論はその姿を変えて現代社会学の根底に存続していると言えよう⁽²⁾。

しかしここで注意しなければならないのは、生物進化論と社会進化論では進化する実体が異なるということである。生物進化論では、進化するのは個体である。もちろん新種の出現のように、種レベルでの進化が論じられるが、実際に変異するのは個体（さらに言えば遺伝子）である。これに対して、社会進化論では、進化するのは社会である。社会を構成する個々人の変異よりも社会全体の変動——上述した「軍事型社会」から「産業型社会」への変動など——に考察の焦点が絞られた。社会を有機体として想定する以上、その下位レベルの進化が重視されなかったことは、当然といえば当然であろう。

しかし近年、このような社会進化論とはまったく異なる文脈から進化論の影響が社会学

に及んできている。それは進化ゲーム理論とエージェント・ベースト・モデルである⁽³⁾。進化ゲーム理論とエージェント・ベースト・モデルとの関係は論者によって異なるが、本論文では進化ゲーム理論を進化に関する数理モデル、エージェント・ベースト・モデルを進化に関するコンピュータ・シミュレーション・モデルと使い分けることにする。ただし両者の発想は共通している。すなわち、社会進化論とは異なり、進化ゲーム理論とエージェント・ベースト・モデルは生物進化論の発想をそのまま受け継いでいる。まず社会の中にさまざまな特性を持った個体が存在していると想定する。進化ゲーム理論とエージェント・ベースト・モデルでは、この特性にしたがった個体の行動を「戦略」と呼ぶ。個体は他の個体と相互作用して、その結果として利得を得る。この利得にしたがって、個体は戦略を変える。この変更方法は、自然選択の場合もあるし学習の場合もある。自然選択とは、利得の高い個体は子孫を多く残せ、利得の低い個体は少ない子孫しか残せない、という原理である。また学習は、利得の高い個体は自分の戦略を次回も用いようとし、利得の低い個体は次回には別の戦略を用いようとする戦略修正過程である。学習にはさらに利得の高い他の個体の戦略を模倣するという過程も含まれる。このような戦略変更を通じて社会全体における戦略分布が変化し、そのもとで個体はまた相互作用、戦略変更を行う。こうして時間が進むにしたがって、戦略分布が変化していく。最終的にこれ以上分布が変化しない状態に至ると、その状態は均衡と呼ばれる。

さて、このような進化ゲーム理論とエージェント・ベースト・モデルの発想は、社会学にどのように応用できるだろうか。もっとも一般的に考えるならば、社会状態の時間的変化を分析するのに適用できる。個々人の特性（戦略）の時間的変化が集積する形で社会が変化していく過程の分析である。たとえばある行動パターンが社会の中に広まっていく普及過程が典型例である。それは新製品の普及の場合もあれば、新しい価値や規範の普及の場合もある。

本論文では、このような過程の中でも社会学の中心的問題である秩序形成問題について検討する。秩序形成問題とは、簡単に言えば、利己的な個々人からいかにして社会秩序が形成されるのか、という問題である。歴史的に見ると、この問題は、ホブズの提起した「万人の万人に対する闘争状態」（Hobbes, 1651）をいかに回避するかという問題である。彼は、人間が自己保存の本能にしたがって行動すると利害対立の生じる可能性がきわめて高いと考え、中央集権的国家形成によって闘争状態を回避するという解答を提示した。有名な「リバイアサン」による解決である。

しかしそれ以外の解決方法もあるのではないか。この研究方針にしたがって、多くの研究者が、国家による秩序形成ではなく、個々人の相互作用から自生的に秩序が形成されるメカニズムを探求してきた。その典型例はアダム・スミスの経済理論である（Smith, 1776）。彼は人々が自己利益を追求すると、それぞれが生産した財を交換して、人々は交換前よりも豊かな状態になると想定した。人々の自己利益追求が悲惨な結果をもたらすというホブズのシナリオとは対照的に、スミスの描く世界では人々が自己利益を追求するがゆえに幸福な結果が生まれる⁽⁴⁾。ただしこのバラ色の世界が実現するためには、交換をスムーズに進める市場の存在が必要となる。有名な「神の見えざる手」が適切に働かなければならない。

しかし社会の中にいつも効率的な市場メカニズムが存在するわけではない。本稿で紹介す

る秩序形成に関する研究も、自生的秩序形成に着目する点でスミスと同じ方向性を持つが、市場が存在しない状況を対象とする。たとえばゴミ問題を考えてみよう。ゴミ問題を解決する方法の一つは分別収集を徹底することである。しかしゴミを分別するのは面倒くさい。

「自分ひとりくらい分別しなくても大丈夫だろう」と考えて、分別せずにゴミを出す。このようなことを多くの人が行えば、分別収集システムは機能せずに、ゴミ問題は解決しない。

現実の社会を見渡せば、さまざまな局面で人々が協力行動を取っていることがわかる。しかし一方で上述したゴミ問題のように非協力行動が広まる場合もある。どうしてこのような違いが生じるのか、いかなる条件により協力行動が確保されるのか。これらの問題群は社会学者のみならず、心理学者、政治学者、経済学者の関心を引いてきた。またこれらの問題群には政策的な含意もある。人々にゴミの分別をさせるために、監視・罰則システムを強化するという方法も考えられうる。ホップズ的解決法である。しかしこの方法は、国家・自治体による市民生活への過剰な介入を容認するだけでなく、監視・罰則に関わる費用がかかりすぎて、実行可能性が非常に低い。むしろ人々が自発的にゴミを分別するように仕向ける仕掛けを作るほうが効率的である。アダム・スミスの解決方法である。だがアダム・スミスが想定していたような市場と異なり、人々の自己利益追求行為は非効率的な社会的結果をもたらしてしまう。中央集権的解決でも市場的解決でもない解決方法が求められる。次節では、進化ゲーム理論とエージェント・ベースト・モデルがこの問題にどのように取り組んできたのか紹介しよう。

2. 囚人のジレンマゲームとその解決策

2.1 囚人のジレンマゲームとゲーム理論

上述のゴミ問題のような状況は多くの行為者が関与している。そのような状況をそのまま扱う理論もありうるが、ここでは議論を簡潔にするために、もっとも単純な状況を想定し、その状況の解明と解決に向けて進化ゲーム理論とエージェント・ベースト・モデルがいかなる貢献をしてきたのか紹介しよう。

ここでいうもっとも単純な状況とは、それに関与する行為者が2人だけの状況である。その典型例は「囚人のジレンマゲーム」と呼ばれるものである。これは次のようなストーリーからなる。2人組の強盗 A と B が銀行を襲撃して大金を奪うことに成功したとしよう。しかしその後2人は警察に逮捕された。だが確たる物的証拠がないために、取調官は2人を別々の取調室に呼び、次のような司法取引を持ちかけた⁽⁵⁾。「お前たちが黙秘続けるならば別件でそれぞれ懲役3年を求刑する。しかし相方が黙秘し続けていてお前が自白するならば、お前は無罪放免にしてやる。相方には懲役7年を求刑する。しかしお前が黙秘し続けていて相方が自白するならば、相方は無罪放免だが、お前には懲役7年を求刑する。2人とも自白したならば、それぞれ懲役5年を求刑する。さあどうする。」実際には裁判があるので、求刑どおりの判決が出るとは限らない。しかしここでは話を簡単にするために、求刑がそのまま判決となるとしよう。

さてこのような取引を提示された A と B はどのような選択をするだろうか。自白するだ

ろうか、それとも黙秘するだろうか。ここではゲーム理論の発想を用いて、この問いに答えよう。ゲーム理論は、進化ゲーム理論の元になっている理論である。ただし進化ゲーム理論と異なり、行為者の「前向き合理性」を仮定する。すなわち行為者は将来の結果を考慮して現在の自分の行為（戦略）を選択する。ただし将来の結果は、自分の戦略選択だけではなく他の行為者の戦略選択にも影響されるので、行為者は他の行為者のことも考慮に入れて現在の自分の戦略を選択する。

それではこのような前向き合理性を持った銀行強盗は上述の取調官の申し出にどのように対応するだろうか。この問いに答えるためには、「利得行列」を作成するのが便利である。利得行列では、行と列がそれぞれ強盗 A と B の戦略に対応し、行列のセルには戦略の組み合わせに応じた利得が入る。上述の囚人のジレンマゲームの場合、その利得行列は表 1 のようになる。たとえば強盗 A が黙秘し強盗 B が自白した場合、（黙秘，自白）という社会状態（右上のセル）が実現し、A は-7、B は 0 の利得を得る。なおここでは懲役が強盗にとってマイナスの利得になっていることに注意されたい⁽⁶⁾。

表 1 囚人のジレンマゲームの利得行列

| | | | |
|---|----|--------|--------|
| | | B | |
| | | 黙秘 | 自白 |
| A | 黙秘 | -3, -3 | -7, 0 |
| | 自白 | 0, -7 | -5, -5 |

さて、この利得行列の下で A と B はどのような選択をするだろうか。A の立場に立って考えてみよう。A は次のように考えるだろう。「B が黙秘するでしょう。自分が黙秘すれば懲役 3 年、自白すれば無罪放免だ。それなら自白しよう。今度は、B が自白するでしょう。自分が黙秘すれば懲役 7 年、自白すれば懲役 5 年だ。それなら自白しよう。」このように考えて、A は自白する。B も同様に考えて自白する。この結果、A も B も懲役 5 年になる。ところが、もし 2 人が黙秘するならば、2 人とも懲役 3 年ですむ。黙秘を協力行動、自白を非協力行動と考えるならば、2 人が協力行動を取れば、2 人が非協力行動を取るよりも利得が高くなる。しかし 2 人が前向き合理性を用いた合理的な選択を行った結果として、2 人とも非協力行動を取ってしまい、利得が低下してしまう。囚人の「ジレンマ」ゲームと呼ばれる所以である。

このことをゲーム理論の用語を用いて言い直そう。まずゲームに関わる行為者は「プレーヤー」と呼ばれる。上記の囚人のジレンマゲームでは 2 人の銀行強盗がプレーヤーである。プレーヤーはいくつかの可能な行為から特定の行為を選択する。可能な行為の集合を「戦略集合」、戦略集合の要素である行為を「戦略」と呼ぶ。プレーヤーの持つ戦略集合の直積が可能な社会状態である。上述の囚人のジレンマゲームでは（黙秘，黙秘），（黙秘，自白），（自白，黙秘），（自白，自白）が可能な社会状態である。これらの可能な社会状態のうち、ゲーム理論では「ナッシュ均衡」が実現すると想定する。ナッシュ均衡とは、「他のプレーヤーが選んだ戦略を変更しないとして、自分だけ他の戦略に変更すると、自分の利得が低下するか少なくとも変わらない」ということがすべてのプレーヤーに当てはまる状態である。

囚人のジレンマゲームで2人とも自白する状態からAだけ黙秘に戦略を変更したとしよう。するとAの利得は-5から-7に減少する。したがってAは戦略を変更する誘因を持たない。同様に、Bも戦略変更の誘因を持たない。したがって2人とも自白する状態はナッシュ均衡である。一方、2人とも黙秘する状態はナッシュ均衡ではない。この状態からAだけが自白に戦略を変更すると、利得は-3から0に増加する。したがってAは戦略変更の誘因を持つ。それゆえ2人とも黙秘する状態はナッシュ均衡ではない⁽⁷⁾。

しかし2人とも黙秘する状態は、2人とも自白する状態よりも、2人の利得は改善されている。このような改善は「パレート改善」と呼ばれる。パレート改善とは、ある状態から別の状態に移ったときに、すべてのプレイヤーの利得は低下せず、少なくとも1人の利得が改善されることをいう。そしてある状態から別の状態に移ったとき、少なくとも1人の利得が低下する場合、元の状態は「パレート最適」と呼ばれる。言い換えれば、パレート最適とはその状態からもうパレート改善を図れない状態である。2人とも黙秘する状態から別の状態に移るならば、少なくとも1人の利得は低下する。したがってこの状態はパレート最適である。囚人のジレンマゲームは、ナッシュ均衡とパレート最適の乖離から由来するジレンマの典型例である。

このように囚人のジレンマゲームは、ナッシュ均衡とパレート最適の乖離ゆえに、相互利益をもたらす協力的行動が必ずしも社会の中に広まらないことを端的に示している。しかし現実の社会ではさまざまな局面で協力的行動が見られる。したがって上述の考え方では現実の協力的行動を説明できない。このギャップを埋めるために、ゲーム理論の専門家たちはさまざまな工夫をしてきた。1つの方向は繰り返しゲームへの拡張である。これは2人のプレイヤーが上記の囚人のジレンマゲームを無限に繰り返して行うというものである。この場合、プレイヤーの利得には割引因子がかかる。たとえば毎回（黙秘，黙秘）の社会状態——協力関係——が続くとしよう。このとき、割引因子を δ ($0 < \delta < 1$) とすると、プレイヤーAの利得は $-3 + (-3)\delta + (-3)\delta^2 + \dots = \frac{-3}{1-\delta}$ となる⁽⁸⁾。そしてこの δ が十分に大きければ、両プレイヤーは毎回協力的行動を選択した場合の利得を得られることが証明されている。これはフォーク定理と呼ばれる定理である⁽⁹⁾。この定理は無限繰り返しゲームで毎回協力関係が実現する可能性を示している。しかしこの定理は、毎回協力関係が必ず実現することは保証しない。それどころかこの定理は、2人が毎回非協力的行動をとる可能性をも示している。

2.2 進化ゲーム理論によるアプローチ

それでは2人だけのゲームではなく、多くの人間から成り立つ社会の中で行われるゲームならば、協力関係は実現するだろうか。この方向性に沿った研究が進化ゲーム理論である。進化ゲーム理論を適用することで、囚人のジレンマを解決することはできるだろうか。まず第1節で簡単に解説した進化ゲーム理論の考え方をより詳しく述べよう。一般的に進化ゲーム理論では、行為者は「個体」と呼ばれる。上述したゲーム理論ではプレイヤーは戦略を選択できる。これに対して、生物学に端を発する進化ゲームでは一般的に、ちょうど生物個体が自己の遺伝子に基づいてある行動を取るように、個体はゲームの局面であらかじめ決まっ

た戦略を実行すると想定する⁽¹⁰⁾。このような想定により、進化ゲーム理論では、プレイヤーの選択よりもさまざまな戦略の分布が関心の対象になる (Skyrms, 1996)。すなわち初期の戦略分布が時間的にいかに変化し、均衡にいたるかが関心の対象となる。この変化には大きく2つの考え方がある。1つは、自然選択による変化である。ゲームの結果得られる利得が高い戦略を持っている個体はより多くの子孫を残せるが、利得が低い戦略をもっている個体はより少ない子孫しか残せない。ここで、自分の子孫は自分と同じ戦略を持つと想定する。そしてこの繁殖率の違いにより、次世代(次時点)における戦略分布が決まる。これは生物進化論をそのまま応用した発想である。もう1つの考え方は、学習による変化である。学習にはさまざまなバリエーションがあるが、基本的な考え方は共通している。学習には2つの種類がある。個人の経験に基づく学習と他の個体の経験に基づく学習である。前者では、低い利得を得た個体は自分の戦略を別のものに変更しようとし、高い利得を得た個体は自分の戦略を維持しようとする。後者では、個体はある特性を持った他の個体の戦略を模倣する。模倣の典型例は、利得の低い個体が利得の高い個体の戦略を模倣することである。このような学習を通じた戦略変更により、次時点における戦略分布が決まる。

さらに、第1節では述べなかったが、攪乱要因による戦略変更もありうる。突然変異やミスのために、個体が自然選択や学習によって獲得した戦略とは異なる戦略を選ぶことがある。ただし一般的に、その確率は非常に低いと仮定される。

さて、進化ゲーム理論でナッシュ均衡に対応する重要な均衡概念は、漸近安定均衡(または進化的均衡)と「進化的に安定な戦略 (Evolutionary Stable Strategy, ESS)」である⁽¹¹⁾。漸近安定均衡とは、進化過程の安定な不動点のことである。一般的に進化ゲーム理論における進化過程は微分方程式系で記述されるが、その系の不動点は進化過程が均衡に至っている点である。しかしその不動点は安定しているとは限らない。何らかの攪乱要因(上述した突然変異やミスなど)のために系が不動点から少し乖離した時、その点が不安定な不動点ならば、系はその点から離れていってしまう。しかしその点が安定な不動点ならば、系はその点に復帰する。つまり漸近安定均衡は進化過程が落ち着く先を示している。

これに対して、ESSとは、ある戦略を持った個体が社会全体を占めているときに、突然変異によって生じた新しい戦略を持った個体はその社会に侵略できない戦略のことである。社会が多少ゆらいでも、また元に戻るという状況を表現した概念である。もし協力行動が進化的に安定な戦略ならば、非協力行動が広がることはなく、協力行動が広がった社会が安定的に存続することになる。

漸近的安定均衡が進化過程はどのように均衡に至るのかという動的側面を表現しているのに対し、ESSは均衡が存在するとすればそれはいかなるものかという静的側面を表現している。どちらも重要な概念であるが、後述するAxelrod(1984)はESSに基づいた議論を展開しているので、本論文でもこの後はESSのみを扱うことにする。

さて、ESSの定義を数式で表現すると、次のようになる⁽¹²⁾。社会全体を占めている戦略を X 、突然変異した戦略を Y 、突然変異の発生確率を ϵ とする。このとき、 X を持った個体と同じ X を持った個体とゲームを行った時の利得を $u(X, X)$ 、 Y を持った個体とゲームを行った時の利得を $u(X, Y)$ とする。同様に、 Y を持った個体と同じ Y を持った個体とゲームを行った

時の利得を $u(Y, Y)$, X を持った個体とゲームを $u(Y, X)$ とする. すると X を持った個体の期待利得 E_X は, 同じ X を持った個体とゲームをする確率が $1 - \varepsilon$, Y を持った個体とゲームをする確率が ε なので,

$$E_X = (1 - \varepsilon) u(X, X) + \varepsilon u(X, Y)$$

となる. 同様に, E_Y を持った個体の期待利得 E_Y は

$$E_Y = (1 - \varepsilon) u(Y, X) + \varepsilon u(Y, Y)$$

となる. この時, X が進化的に安定な戦略であるとは, すべての Y について E_X が E_Y よりも大きいことである.

この定義に基づいて, 囚人のジレンマゲームの黙秘が ESS かどうか検討しよう. 社会のすべての個体が黙秘戦略を持っているとしよう. ここにわずかな確率 ε で個体が自白戦略を持つようになったとしよう. このとき黙秘戦略を持つ個体の期待利得は次のようになる.

$$E_1 = (1 - \varepsilon)(-3) + \varepsilon(-7) = -3 - 4\varepsilon$$

この個体が他の黙秘戦略を持つ個体に出会う確率は $1 - \varepsilon$ で, その場合は 2 人とも黙秘する状態が実現し, -3 の利得を得る. これに対して, この個体が突然変異した自白戦略に出会う確率は ε で, その場合は自分が黙秘し相手が自白する状態が実現し, -7 の利得を得る. したがって期待利得は上記のようになる.

同様に, 突然変異した自白戦略を持つ個体の期待利得は次のように計算できる.

$$E_2 = (1 - \varepsilon)0 + \varepsilon(-5) = -5\varepsilon$$

E_1 が E_2 よりも大きければ, 長期的に見て自然選択や学習を通じて自白戦略を持った個体は消滅していく. その条件は $\varepsilon > 3$ である. ところが ε の範囲は 0 以上 1 以下なので, この条件は満たされない. したがって黙秘戦略は ESS ではない. つまり黙秘戦略を持った個体から成り立っている社会は突然変異した自白戦略を持つ個体の侵入を許してしまう. そして同様の論理によって, 自白戦略を持つ個体から成り立っている社会に黙秘戦略を持つ個体が侵入できないことが証明される.

このことは, ゲーム理論から進化ゲーム理論へ議論を展開して 2 人関係から多くの人々からなる社会に視野を広げても, 協利行動の広がりをも説明できないことを意味する. それではどうすれば良いだろうか. Axelrod (1984) は繰り返しゲームと進化ゲームを組み合わせた方向性を提示した. 次項ではこの方向性を検討しよう.

2.3 エージェント・ベースト・モデルへの展開

Axelrod がまず行ったのはコンピュータ・プログラムによる総当たり戦である。第1回目の総当たり戦では、ゲーム理論の専門家を招待して14の戦略（コンピュータ・プログラム）を集めた。これに協力と非協力を等確率で出す「でたらめ戦略」を合わせて、15の戦略による総当たり戦を行った（自分自身との対戦も含む）。各試合は200回の繰り返し囚人のジレンマゲームであり、各戦略は自分を含めて他の戦略とそれぞれ5試合ずつ対戦した。ただし彼の行った囚人のジレンマゲームの利得行列は表1のそれとは異なり、表2のようになる。数値は違うが、（裏切り、裏切り）がナッシュ均衡であり、（協力、協力）がパレート最適になっている。

表2 囚人のジレンマゲームの利得行列（Axelrod（1984）の総当たり戦）

| | | | |
|---|-----|------|------|
| | | B | |
| | | 協力 | 裏切り |
| A | 協力 | 3, 3 | 0, 5 |
| | 裏切り | 5, 0 | 1, 1 |

この総当たり戦で最高得点をあげたのは、しっぺ返し戦略（tit-for-tat）である。この戦略は、繰り返しゲームの初めに協力を選択し、2回目以降は前回に相手が選んだ戦略を今回に繰り返すという単純なものである。

この第1回総当たり戦の結果を受けて、Axelrodは第2回総当たり戦を開催した。今回は、62の公募戦略とランダム戦略が総当たり戦を行った。第1回総当たり戦と異なるのは、1試合200回の繰り返しではなく、試合の終わりが確率的に決まるということである。ある回が終わるとそこで試合が終わる確率を0.00346と定めた。この確率は1試合あたりの繰り返し回数の期待中央値が200になるように設定された。この第2回総当たり戦でも、しっぺ返し戦略は最高得点をあげて優勝した。

このしっぺ返し戦略は興味深い特徴を2つ持っている。第1は、自分からは裏切らないという特徴である。これはAxelrodが「上品」と呼んだ特徴である。この上品さはそれだけでは相手を裏切ろうとする戦略に負けてしまうが、もう一つの特徴によってその強さが発揮される。それは、相手の選択に対してすばやい反応をするという特徴である。しっぺ返し戦略は前回の相手の戦略を今回用いるので、前回裏切られたならば、今回裏切り返す。しかし相手が協力に戻ったならば、直ちに自分も協力行動を選ぶ。このすばやい反応によって、裏切り戦略から無制限に搾取されることを回避できる。

この2つの特徴を備えているため、しっぺ返し戦略は協力行動を取る戦略と組み合わせられると良い成績を収められるだけでなく、裏切り行動を取る戦略と組み合わせられてもそれなりの成績を収めることができる。これに対して、裏切り行動を取る戦略は協力行動を取る戦略から搾取することもできるが、裏切り行動を取る戦略と組み合わせられると利得が低くなる。このようにして、しっぺ返し戦略は平均して高い利得を得ることができた。

ただし第1回、第2回の総当たり戦は進化ゲームではない。各戦略は200回の繰り返しゲーム（または確率的に終了する繰り返しゲーム）を（自分を含めて）他の戦略と5試合ずつ

行っているだけで、全試合終了後に得点に基づいて戦略分布が変化するわけではない。しかし Axelrod はしつぺ返し戦略が強いことをさまざまな角度から検討する中で、進化ゲームによる説明も行っている。すなわち割引因子が十分に大きければ、しつぺ返し戦略が集団安定であることを証明した。なお「集団安定」という概念は上述の進化的に安定な戦略概念と若干異なるが、ほぼ同義と考えてよい。したがって Axelrod が証明したのは、割引因子が十分に大きければ、いかなる突然変異戦略も全員がしつぺ返し戦略を採用している社会に侵入することはできない、ということである。

しかしフォーク定理の場合と同様に、全面裏切り戦略——毎回裏切りを選ぶ戦略——も集団安定であることが証明されている。また Axelrod は、総当たり戦で応募者が自分の戦略（プログラム）を提出する際に他の応募者がどのような戦略を提出するか予測したことがしつぺ返し戦略の成功につながったのではないかと疑い始めた。戦略に関するこのような先入観のない状況で果たしてしつぺ返し戦略は成功を収めるのだろうか。この問題に取り組むために、Axelrod (1997) はエージェント・ベースト・モデルを用いて研究を進めた。

エージェント・ベースト・モデルは進化過程をコンピュータ上で実現する手法である。この手法では個体を「エージェント」と呼ぶのが慣習となっている。基本的にモデルは、初期化、マッチング、相互作用、特性変更という4つの段階からなる。初期化段階ではエージェントにさまざまな特性が付与される。後で見る遺伝アルゴリズムという手法では、各エージェントの染色体上の座位に特定の遺伝子が割り当てられることになる。次のマッチング段階では、エージェントが他のエージェントと組になる。分析目的にもよるが、ランダムに2人のエージェントが組になることもあれば、特定の規則によって組になることもある。また3人以上のエージェントが組になることもある。（ただし後述する Axelrod のモデルでは、エージェントは特定の戦略と出会う。）第3の相互作用の段階では、組になったエージェント同士が何らかの相互作用を行う。この相互作用においてエージェントは自己の特性に基づいて行動する。典型例は、何らかのゲームを行うことである。この相互作用の結果、エージェントは利得を得る。そして第4の特性変更の段階では、この利得に基づいてエージェントの特性が変更される。Axelrod のモデルでは交配と交差、突然変異が生じる。そして新しい特性を持ったエージェントはマッチング段階に戻り次の回が始まる。そして進化ゲーム理論と同様に、長期にわたりこの反復を行った後に戦略分布が均衡に至るか否か、至っている場合にはその均衡の性質はいかなるものか、といった分析を行う。

さて、Axelrod は、エージェント・ベースト・モデルの一種である遺伝アルゴリズムの手法を用いて、しつぺ返し戦略がランダムな初期状態から進化するか検討した。遺伝アルゴリズムでは、エージェントを遺伝子配列として表現する。そして自分の遺伝子の指令に基づいて、エージェントは行為を選択する。そして行為が集積した社会状態に基づいて利得を得る。この利得に基づいて、次世代における自分の遺伝子を持った子孫の数が決まる。ただし自分の遺伝子そのまま子孫に継承される訳ではない。遺伝子の変異には2種類の要因が考えられる。第1は、交差（crossover）である。これは有性生殖のように、2つの遺伝子配列のある部分で遺伝子配列が入れ替わることをいう。たとえば図1のように、10個の遺伝子を持つ親の交配から子どもが生まれる時、4番目と5番目の遺伝子の間で遺伝子配列が入れ替わ

る。この結果、まったく新しい遺伝子配列を持った子どもが生まれる。変異の第2の要因は、突然変異 (mutation) である。これは遺伝子配列のある部分が確率的に別の遺伝子に変異することである。たとえば図1の子ども X の3番目の遺伝子 (A3) が別の遺伝子 (たとえば B1) に変異するような現象である。

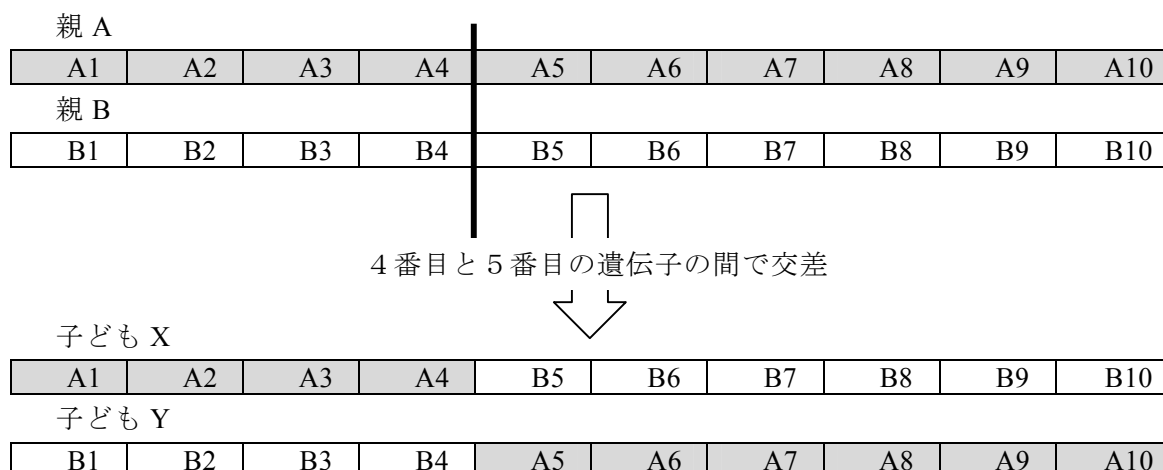


図1 交差の例

Axelrod のエージェント・ベスト・モデルを用いたシミュレーションは次のようになる。まずエージェントの選択は 70 個の遺伝子で統制される。エージェントは表2で表される囚人のジレンマゲームを同じ相手と 151 回繰り返してプレーする (151 回というのは総当たり戦で用いられた繰り返しゲームの平均繰り返し数である)。エージェントは過去 3 回に実現した社会状態 (表2の4つのセル) に基づいて今回の選択を決める。たとえば (協力, 協力), (裏切り, 協力), (裏切り, 裏切り) という直前3回の流れに対して協力か裏切りを選ぶ。1 回に実現しうる社会状態の数は4つなので、直前3回に実現しうる社会状態の数は $4 \times 4 \times 4 = 64$ 通りある。これらの社会状態一つ一つに応じて協力か非協力が選択するので、64 個の遺伝子が必要になる。しかしこれだけでは、初めの3回の選択が決まらない。そこでゲームが始まる前に仮想ゲームが3回行われたと想定して、その3回分の自分と相手の選択を遺伝子として表現する。自分と相手がそれぞれ3回選択しているので、6つの遺伝子が必要になる。これらと上記64個の遺伝子を合わせて、エージェントの染色体には70個の遺伝子が並ぶことになる。

シミュレーションでは 20 のエージェントを用いる。初期状態として、染色体上の 70 個の位置にランダムに協力か非協力の遺伝子を割り当てる。そして各エージェントは、他のエージェントではなく、上述した第2回目総当たり戦に参加した戦略のうち代表的な戦略8つと対戦する。この対戦によって各エージェントの利得が得られる。そしてエージェントは得点によって、(a) 利得が平均利得よりも1標準偏差以上大きいエージェント、(b) 利得が (平均利得 + 1 標準偏差) と (平均利得 - 1 標準偏差) の間にあるエージェント、(c) 利得が平均利得よりも1標準偏差以上小さいエージェントの3種類に分けられる。(a) のエー

エージェントは他の (a) のエージェントと 2 回の交配を行う。 (b) のエージェントは (b) のエージェントと 1 回の交配を行う。 (c) のエージェントは交配ができない。 また 1 回の交配につき 2 人の子孫を残せる⁽¹³⁾。 このように利得の大きさによって、残せる子孫数に格差を設けている。

子孫は上述の交差によって親の遺伝子を受け継ぐ。 親の染色体上の 1 つ以上の場所で交差が起こり、新しい遺伝子配列の染色体を持った子孫が生まれる。 さらに突然変異によって、染色体上の遺伝子が協力から非協力的に、または非協力的から協力的に変化する。

このようにして子孫の持つ戦略分布の下で新しい社会が形成され、子孫たちは 8 つの代表的戦略と対戦して、次の世代の子孫を生み出す。 こうして社会における戦略分布が時間的に変動していく。 この時間的な変動を見ることで、しつぺ返し戦略がランダムな初期状態から進化していくかどうか見ることができる。 実際のシミュレーションでは 50 世代まで変動を見た。 また安定した結果を得るため、同じ条件で 40 回試行を行った。

シミュレーションの結果は基本的にしつぺ返し戦略の頑健性を示すものだった⁽¹⁴⁾。 シミュレーションで進化した戦略の多くは、しつぺ返し戦略が総当たり戦で成功したのと類似した特性を持っていた。 Axelrod はそれを次の 5 つにまとめている。

- (1) 波風を立てない：相互協力が 3 回続いた後は協力する。
- (2) 挑発に乗る：相手が出し抜けに裏切ったら自分も裏切る。（相互協力関係が 2 回続いた後に相手が裏切ったら、裏切る。）
- (3) 謝罪を受け入れる：協力が修復されたら、その後は協力する。（直前 3 回が（裏切り、協力）、（協力、裏切り）、（協力、協力）となったならば、協力する。）
- (4) 忘れる：相手に裏切られた後に相互協力が修復されたら、協力する。（直前 3 回が（協力、裏切り）、（協力、協力）、（協力、協力）となったならば、協力する。）
- (5) 轍にはまる：相互裏切りが 3 回続いた後は裏切る。

この結果は Axelrod の疑問に対する明快な答えを提示している。 彼は、総当たり戦でしつぺ返し戦略が成功したのは、公募に応じた戦略の作者が他の作者の出方を予測していたからではないかという疑問を抱いていた。 しかしエージェント・ベスト・モデルに基づいたシミュレーション結果はこの疑問が杞憂だったことを示している。 ランダムな初期状態からしつぺ返し戦略の特性に類似した特性を持った戦略が進化したからである。

3. 結び

本論文では、社会学の中心問題の一つである秩序形成問題に対して進化ゲーム理論とエージェント・ベスト・モデルがいかに貢献しうるか検討した。 秩序形成問題を協力関係形成問題に絞り、主に Axelrod の研究の展開過程をたどりながら、しつぺ返し戦略の有効性を確認した。

しかし進化ゲーム理論とエージェント・ベスト・モデルが社会学の発展に貢献する可能

性は、これだけに止まらない。進化ゲーム理論とエージェント・ベースト・モデルの大きな特徴は、無数の行為者（個体やエージェント）が相互作用を行い、その相互作用の結果が集積してマクロな社会現象の出現につながるということである。これは社会学の重要問題であるマイクロマクロ問題の解明に貢献する。社会学では、行為者の行為などを分析するマイクロレベルの研究と社会システムの挙動を分析するマクロレベルの研究とが乖離する傾向にあった。その一因は両レベルを架橋する良い分析道具がなかったことである。しかし近年では、Coleman（1990）など積極的にマクロレベルの現象をマイクロレベルから説明しようとする研究が現れている。この研究の流れに進化ゲーム理論とエージェント・ベースト・モデルは大いに貢献するだろう。なぜなら、これまで見てきたように、両者はマイクロレベルの個体やエージェントに比較的単純な行動ルールを与えて、そのルールにしたがった個体やエージェントの相互作用から社会レベルの変動過程を解明するからである。残念ながら、今のところ社会学者の間で進化ゲーム理論やエージェント・ベースト・モデルの有効性はあまり認識されていない⁽¹⁵⁾。しかし社会的に優れた理論やモデルが構築され社会学者に提示されることで、両者は社会学の中で進化していくだろう⁽¹⁶⁾。

ただしここで注意すべきことがある。進化ゲーム理論もエージェント・ベースト・モデルも社会学的問題を解明するための道具である。本論文で紹介した理論やモデルは単純なもので、研究の最先端ではもっと複雑で高度な理論やモデルが開発されている。しかし理論やモデルを高度化することを自己目的化してはならない。あくまでも社会的関心が初めにあり、その関心に適した理論やモデルを用いるなり構築するなりする必要がある。道具は道具に過ぎない。重要な社会学的問題を探し出し、それを解明するための適切な道具を見つけることが大切である。

* 本稿は『人工知能学会誌』第19巻6号（2004年11月、686-693頁）に掲載された「社会学における進化論」（佐藤嘉倫著）を人工知能学会の許可を得て転載したものである。

【注】

- (1) スпенサーの社会進化論は1876年から1896年にかけて刊行された *Principles of Sociology* で展開されている。スペンサーの業績については清水（1970）および富永（1984）を参照されたい。
- (2) スペンサーの社会進化論と有機体論の現代的意義については富永（1984: 227-233）が詳述している。
- (3) 進化ゲーム理論はまず生物学者の Maynard Smith（1982）によって社会学者にも知られるようになったが、やはり政治学者の Axelrod（1984）のインパクトが大きかった。本文中で述べるが、彼は囚人のジレンマゲームにおけるしっぺ返し戦略の有効性を進化ゲーム理論とエージェント・ベースト・モデルの発想を用いて示した。なお近年の社会学におけるエージェント・ベースト・モデルについては Macy and Willer（2002）を参照されたい。
- (4) ホップズとスミスの対比については、Hechter and Horne（2003: 216-219）を参照されたい。
- (5) 囚人のジレンマゲームで「司法取引」が可能なのは、アメリカ社会を想定しているからである。
- (6) 求刑年数と利得の関係については、より複雑なものを想定することもできる。しかしここでは求刑年数がそのまま銀行強盗の利得となると想定する。
- (7) 1人でもある状態から戦略変更の誘因を持てば、その状態はナッシュ均衡ではない。したがって B が戦略を変更した場合の利得変化を考慮する必要はない。なお（黙秘，自白）と（自白，黙秘）もナッシュ均衡ではない。
- (8) 割引因子の解釈にはいくつかあるが、もっとも分かりやすいのは「1年後に1万円もらうよりも、今1万円もらう方が望ましい」という考え方であろう。1年後には死んでしまって1万円もらえないか

もしれないし、インフレで1万円の価値が下がっているかもしれない。割引因子が小さい人はこのように1年後の1万円の価値をかなり低く評価する人である。これに対して、割引因子の大きい人はこの価値をあまり低く評価しない人である。

- (9) フォーク定理はゲーム理論の中でもっとも有名な定理の一つなので、ゲーム理論の教科書ならば、必ず言及されている。たとえば Gibbons (1992) や武藤 (2001) を参照されたい。
- (10) ただし進化ゲーム理論の領域で近年提唱されている確率進化モデルでは必ずしもそうではない。
- (11) 漸近安定均衡と ESS のより詳しい解説については石原・金井 (2002) を参照されたい。
- (12) ESS の数学的表現については、Maynard Smith (1982: ch. 2) および太田 (2000: 第3章) を参照されたい。
- (13) ただし社会の規模を一定にするために比率に応じた人数調整を行う。
- (14) ただし例外もある。詳しくは Axelrod (1997: ch. 1) を参照されたい。
- (15) ただし数理社会学者の間では進化ゲーム理論やエージェント・ベースト・モデルへの注目が高まっている。たとえば数理社会学会誌『理論と方法』では昨年から今年にかけて進化ゲーム理論 (18 巻 2 号) とエージェント・ベースト・モデル (19 巻 1 号) の特集が組まれている。
- (16) 社会学的に興味深いモデル構築の1つの方向性として、役割分化に基づいた分業の発展を進化ゲーム理論で説明することが考えられる (Sato, 2003)。

【文献】

- Axelrod, Robert. 1984. *The Evolution of Cooperation* Basic Books. (松田裕之 (訳). 1987. 『つきあい方の科学——バクテリアから国際関係まで』 HBJ 出版局.)
- Axelrod, Robert. 1997. *The Complexity of Cooperation* Princeton University Press. (寺野隆雄 (監訳). 2003. 『対立と協調の科学——エージェント・ベースト・モデルによる複雑系の解明』 ダイヤモンド社.)
- Coleman, James S. 1990. *Foundations of Social Theory* The Belknap Press of Harvard University Press.
- Hechter, Michael and Christine Horne. 2003. *Theories of Social Order: A Reader* Stanford Social Sciences.
- 石原英樹・金井雅之. 2002. 『進化的意思決定』 朝倉書店.
- Gibbons, Robert. 1992. *Game Theory for Applied Economists* Princeton University Press. (福岡正夫・須田伸一 (訳). 1995. 『経済学のためのゲーム理論』 創文社.
- Hobbes, Thomas. 1651. *Leviathan*. (永田洋・田中浩 (訳). 1972. 『リヴァイアサン——国家論』 河出書房新社.)
- Macy, Michael W. and Robert Willer. 2002. “From Factors to Actors: Computational Sociology and Agent-Based Modeling,” *Annual Review of Sociology*, 28: 143-66.
- Maynard Smith, John. 1982. *Evolution and the Theory of Games* Cambridge University Press. (寺本英・梯正之 (訳). 1985. 『進化とゲーム理論——闘争の論理』 産業図書.
- 武藤滋夫. 2001. 『ゲーム理論入門』 日本経済新聞社.
- 太田勝造. 2000. 『法律』 東京大学出版会.
- Sato, Yoshimichi. 2003. “Can Evolutionary Game Theory Evolve in Sociology?: Beyond Solving the Prisoner’s Dilemma,” 『理論と方法』 18-2: 185-196.
- 清水幾太郎. 1970. 『コント スペンサー』 中央公論社.
- Skyrms, Brian. 1996. *The Evolution of the Social Contract* Cambridge University Press.
- Smith, Adam. 1776. *The Wealth of Nations* W. Strahan and T. Cadell. (大河内一男 (監訳). 1976. 『国富論』 中央公論社.)
- 富永健一. 1984. 『現代の社会学者——現代社会科学における実証主義と理念主義』 講談社.

Can Evolutionary Game Theory Evolve in Sociology? :

Beyond Solving the Prisoner's Dilemma*

Yoshimichi SATO
(Tohoku University)

Abstract

Although evolutionary game theory has been popular in social sciences, we have seldom checked its utility as a tool in sociology. In this paper I argue that evolutionary game theory is a good tool with which we study evolution of certain types of social order, but that it has a limitation when we apply it to the study of evolution of the division of labor. To prove the argument, I first adopt a working definition of social order as a self-enforcing relationship between action and expectation. Then I adopt the fictitious play and best reply assumptions rather than the hardwired strategy and replicator dynamics assumptions, because the former are fitter for analysis of the self-enforcing relationship. Third, I claim that the core of the division of labor is the creation of new roles and build an evolutionary game theoretic framework of evolution of the division of labor. Finally, I point out that a limitation of evolutionary game theory in the study of evolution of the division of labor as social order is that it assumes a finite set of possible actions, while evolution of the division of labor accompanies new actions. This limitation, however, shows us where to attack to make a breakthrough.

Keywords: evolutionary game theory, social order, division of labor

1. Introduction: Evolutionary Game Theory as a Tool

Evolutionary game theory has arguably become popular, if not dominant, in social sciences since the publication of *Evolution and the Theory of Games* by Maynard Smith (1982). Economics, in particular, has familiarity with it (e.g., Aoki and Okuno 1996). It is another story, however, whether it will give (or has given) sociologists new important insights other sociological theories have not provided. This is because phenomena sociology tries to explain are not necessarily the same as economics does, even though both of them overlap. Evolution of evolutionary game theory in economics does not necessarily imply that in sociology. Thus the question to be answered in this paper is whether evolutionary game theory can evolve in sociology.

Before searching for an answer to the question, I argue that evolutionary game theory is not a “theory”. A theory defined in this paper is a set of assumptions from which falsifiable hypotheses about a phenomenon to be explained are derived. Evolutionary game theory does not fit this definition, because we cannot derive hypotheses from it only; we need additional assumptions to do so. Such

assumptions may be about substantial meanings of strategies, payoffs, and/or pairing of agents. Whatever they are, evolutionary game theory would be just a mathematical way of thinking without such additional assumptions. In other words it is not a theory but a tool with which we try to build a substantial theory that explains real social phenomena.

Then how do we evaluate a tool in sociology? This question might raise uncountable methodological arguments, which would distract us from the purpose of this paper. Thus I adopt a practical criterion for evaluation: A good tool in sociology should help build a good theory that explains a social phenomenon that most sociologists think is important. This criterion, however, raises another question: What social phenomenon is important? I pick “evolution of social order” in this paper from many important social phenomena. This is because this phenomenon has been the central subject in sociology many sociologists have attacked. Thus evolutionary game theory has to prove that a good theory on evolution of social order is to be built with it in order to show the possibility of its evolution in sociology.

The organization of this paper is as follows. We review the basic logic of evolutionary game theory in the next section. Then we give a working definition of social order and show that evolutionary game theory is a good tool for explaining evolution of some types of social order, but not all of it in Section 3. In Section 4 we point out that a theory based on evolutionary game theory should explain evolution of the division of labor, which has been one of the central subjects in sociology. Then we propose an evolutionary game theoretic framework of it and argue that evolutionary game theory has a limitation in explaining it. In the conclusion section we positively interpret the limitation as a problem to be solved for a breakthrough.

2. The Basic Logic of Evolutionary Game Theory

Evolutionary game theory focuses on temporal change in the distribution of strategies and predicts an equilibrium (or equilibria) in which the distribution does not change any longer. The evolutionary process is broken down into four stages. In the first stage the initial distribution of strategies is determined. A strategy may be “to cooperate” or “to defect” in the Prisoner’s Dilemma game. Or it may be “to go straight” or “to swerve” in the Chicken game. Then the initial distribution of strategies, say, in the Prisoner’s Dilemma game may be 30 % of cooperators and 70 % of defectors.

We temporarily assume that a strategy is “hardwired” to an agent.¹⁾ He/she cannot choose a strategy; a strategy connected to him/her directs him/her how to behave. This assumption is in contrast to that in conventional game theory. The latter assumes that a player chooses a strategy expecting that the chosen strategy will maximize his/her payoff given strategies chosen by other players in the game.

The “hardwired strategy” assumption is very popular among evolutionary game theorists because important theorems are proved from it in combination with replicator dynamics, which assumes that strategies that gain higher (lower) payoffs propagate (decline). However, it is not fit for the study of evolution of social order, which will be defined in the next section. As will be shown,

social order is a self-enforcing relationship between action and expectation. The assumption, however, is only about action. (Here I use action and strategy interchangeably, although sociologists strict about definitions of action would disagree with me.) Thus an evolutionary game with this assumption cannot be a good tool for the study of social order. I will discuss this issue in detail in the next section. The purpose of this section is to review the basic logic of evolutionary game theory, so I temporarily use the “hardwired strategy” assumption here.

Let us get back to the evolutionary process. In the second stage of the process agents are paired. There are several assumptions about pairing, too.²⁾ First, the number of pairs is different in various models. Only two agents may be chosen and paired at each round, or all of the agents in a society may make pairs. Second, agents may be randomly paired, or correlation between agents may be assumed. In the latter case agents with similar (or the same) characteristics are more likely to be paired. Dense interactions among kin and homogamy are classic examples in the real world. Turning to the Prisoner’s Dilemma game, we can assume that a cooperator is more likely to play with another cooperator.

In the third stage paired agents play a game. The game may be a Prisoner’s Dilemma game, a Chicken game, or a Coordination game. Or it may be a war between two countries or a diplomatic negotiation between them. Any interaction between the paired agents is conceptualized as a game. Agents play strategies connected to them under the “hardwired strategy” assumption. Then the combination of played strategies produces an outcome, which in turn determines payoffs to the paired agents.

In the fourth stage the distribution of strategies changes depending upon payoffs agents received. Roughly speaking, under the assumption of replicator dynamics, the share of a strategy earning a higher payoff increases, while that of a strategy earning a lower payoff decreases. The change in the distribution may be brought about by differential reproduction or by learning. Differential reproduction means that an agent with a higher payoff bears more offspring, while an agent with a lower payoff bears less offspring. Learning means that an agent with a lower payoff changes his/her strategy in the next round, while an agent with a higher payoff does not. Then the evolutionary process goes back to the second stage, and the process continues to infinity or till the system arrives at an equilibrium.

Equilibrium is a key concept in evolutionary game theory, because a social phenomenon is assumed to correspond to an equilibrium of a game. Various concepts of equilibrium have been proposed, but it is enough for us to understand that an equilibrium is a state to which the system returns after perturbation. Agents may make a “mistake” by mutation or errors in learning. If the system is in an equilibrium, such mistakes do not take the system away from it; the system returns to the equilibrium.

Although not all the specialists on evolutionary game theory agree to this, a presumption in evolutionary game theory is that a social phenomenon that is to be explained corresponds to an equilibrium. Thus we think that the phenomenon is explained if it corresponds to an equilibrium of a game.

With this basic logic of evolutionary game theory I will explore the possibility of explaining

evolution of social order in the next section.

3. Evolution of Social Order

We have to define social order in the first place before explaining its evolution. It is, however, almost impossible to give an agreeable definition of it. It might not be exaggeration to say that the number of definitions of social order equals the number of sociologists. Discussing definitions and conceptualization of social order might be an intriguing topic to some sociologists, but it seems to be an endless task. To avoid this issue we have to remove peripheral factors from the core mechanism of social order and to focus on it. Thus I adopt a working definition of social order that I think is the common foundation underlying most of the definitions of social order: Interaction between action and expectation. That is, social order is defined as a self-enforcing relationship between action and expectation. Additional factors such as oughtness and sanctions should be added to the definition if we study such concepts as norms and values that are derived from the fundamental definition of social order.³⁾ We focus on the core mechanism of social order in this paper, however.

An example would make the meaning of the definition clearer. Suppose a society where people buy goods by Japanese yen. Why do buyers use Japanese yen? Because they expect sellers will accept Japanese yen. Then why do sellers accept Japanese yen? Because they expect other sellers will also accept Japanese yen when they buy something. This action-expectation chain continues endlessly as long as Japanese yen is trusted by people in the society. In the chain buyers' expectation that sellers will accept Japanese yen is reinforced by sellers' action. Then buyers use Japanese yen again with the reinforced expectation. Here again we observe a self-enforcing relationship between action and expectation and, hence, social order.

This working definition also covers "bad" social order such as a war and mutual defection in the Prisoner's Dilemma game. In a war between countries A and B, for example, if A expects that B will attack A, A attacks B as the first strike. This attack leads to B's retaliation, which reinforces A's expectation that B will attack. A attacks B again with this expectation. The same reasoning is the case for B. Here we observe a self-enforcing relationship between action and expectation.

Getting back to the original question in this paper with this definition of social order, we ask a new question whether a theory based on evolutionary game theory can explain evolution of a self-enforcing relationship between action and expectation. My answer to it is that such a theory explains some types of social order defined above but does not explain all types of it. I explain the implication of the answer below.

It should be pointed out, first of all, that the basic logic of evolutionary game theory described in Section 2 is not fit for the study of evolution of social order. The "hardwired strategy" and replicator dynamics assumptions cannot deal with the relationship between action and expectation, because there is no room for expectation to reinforce action in them. Another assumption about the relationship between strategies and agents is more appropriate to the study of social order. It is called fictitious play

(Young 1998, p.31). According to this assumption, an agent constructs a subjective distribution of strategies played by other agents based on information he/she has about past strategy choices of other agents; then he/she chooses a strategy that maximizes his/her expected payoff given the subjective distribution. The strategy is called a best reply.⁴⁾ This assumption seems to be the same as the assumption in conventional game theory described in Section 2, but they are slightly different from each other. Conventional game theory assumes that players in a game know that their choices of strategies are interconnected. They know that each player's choice affects other players' choices. Fictitious play, on the other hand, does not assume such interdependency of choices. According to the fictitious play assumption, an agent does not think that his/her choice of strategy affects other agents' choices.

With the fictitious play assumption we have to modify the fourth stage of the evolutionary process described in Section 2. What changes in the stage is not an agent's strategy but his/her subjective distribution of other agents' choices. He/she observes actual choices of other agents in the third stage. Then he/she updates his/her subjective distribution of other agents' choices with new information he/she gains in the third stage.⁵⁾ Subsequently, he/she chooses a best reply in the third stage of the next round based on the updated subjective distribution.

The assumptions about fictitious play and best replies allow us to deal with the self-enforcing relationship between action and expectation. An agent's subjective distribution of strategies of other agents is interpreted as his/her expectation of other agents' actions, and he/she chooses an action based on the expectation. Then the expectation is reinforced if other agents choose actions in accordance with it. At the next round the agent is likely to choose the same action based on the reinforced expectation. This self-enforcing mechanism is the case for each agent.

It is true that a state in which action and expectation reinforce each other evolves in the framework of evolutionary game theory if we use the fictitious play assumption. Take a coordination game with the payoff matrix in Figure 1 for example. Suppose that agents who play A and agents who play B are randomly distributed at $t=0$ and that two agents are randomly chosen to play the game at each round. Then how do agents behave in this situation? We assume the simplest fictitious play here. That is, an agent expects that the distribution of other agents' actions at the current round is equal to that at the previous round.⁶⁾ In other words, the agent expects that other agents will choose the same actions at the current round as they chose at the previous round. Then the agent chooses a best reply given the distribution in the following way. The expected payoff of choosing action A is $3 \cdot 0.5 + 1 \cdot 0.5 = 2$, while that of choosing action B is $1 \cdot 0.5 + 2 \cdot 0.5 = 1.5$. If an agent who chose A at $t=0$ is chosen to play the game, he/she plays A based on the expected payoffs. This does not change the initial distribution of the actions. If, however, an agent who chose B at $t=0$ is chosen to play the game, he/she plays A, which slightly increases the share of agents who play A at $t=1$. Then the expected payoff of choosing A also slightly increases at $t=2$, while that of choosing B slightly decreases. Thus if an agent who chose B at $t=1$ is chosen to play the game at $t=2$, he/she plays A. And the process goes on till the system finally reaches and never leaves a state in which all the agents choose A, which means the system has reached

an equilibrium. Here a self-enforcing relationship between action and expectation is realized. An agent expects that all the other agents will play A and, therefore, plays A at $t=T$. Observing that all the other agents play A at $t=T$, the agent confirms his/her expectation and plays A. When he/she is chosen to play the game again. (His/her playing A at $t=T$ also reinforces other agents' expectation.)

| | | | |
|----------------|---|----------------|------|
| | | Agent <i>j</i> | |
| | | A | B |
| Agent <i>i</i> | A | 3, 3 | 1, 1 |
| | B | 1, 1 | 2, 2 |

Figure 1 Coordination Game

The evolution of action A described above is a classic example of evolution of social order. Evolution of cooperation in the Prisoner's Dilemma game is another example. A game with the payoff matrix in Figure 2 has the unique (strict) Nash equilibrium: Mutual defection (D, D). If the two agents agree to cooperate to realize mutual cooperation (C, C), they get higher payoffs than they do in mutual defection. Mutual cooperation, however, is not realized theoretically, because (C, C) is not a Nash equilibrium. This "paradox" has attracted many game theorists, and evolutionary game theorists are not immune from the seduction of the paradox, either.

| | | | |
|----------------|---|----------------|------|
| | | Agent <i>j</i> | |
| | | C | D |
| Agent <i>i</i> | C | 3, 3 | 1, 4 |
| | D | 4, 1 | 2, 2 |

Figure 2 Prisoner's Dilemma Game

An evolutionary game theoretic model with random pairing and the one-shot Prisoner's Dilemma game, however, does not lead the system to an equilibrium in which cooperation dominates. Suppose that the share of agents who choose C is p , while that of agents who choose D is $1-p$. Then the expected payoff of choosing C is $2p+1$, and that of choosing D is $2p+2$. Thus the latter is always greater than the former, and the system moves to the unique equilibrium in which defection dominates.

We, therefore, need some devices to realize an equilibrium in which cooperation dominates. Actually, they have been invented and worth mentioning, although they do not use the fictitious play assumption. Axelrod (1984), for example, used a repeated Prisoner's Dilemma game to solve the paradox and demonstrated the strength of the tit-for-tat strategy.

Another device to solve the paradox is to assume non-random pairing (cf. Skyrms 1996). Suppose that agents are hardwired to C or D and that agents are allowed to select their counterparts. If a cooperator (an agent hardwired to C) refuses to play with a defector (an agent hardwired to D) and plays only with another cooperator, he/she gains 3, the payoff of mutual cooperation. A defector has nobody to play with but another defector and receives 2, the payoff of mutual defection. Thus cooperators will dominate in the society in the long run. Papers in this issue argue for the significance of non-random pairing for solving the paradox (Oura 2003; Kanai 2003).

These examples seem to be strong evidence that a theory based on evolutionary game theory explains evolution of social order. I partly agree to the statement but argue that such a theory explains certain types of social order, not all types of it. The above examples show how the distribution of strategies changes over time and converges on an equilibrium. The equilibrium may be a state in which only one strategy dominates as in the above examples or a state in which more than one strategy coexists. In any case, however, the point is that a theory based on evolutionary game theory explains how a certain distribution of strategies supported by expectation of them is realized.

A stable state in which action and expectation reinforce each other, however, is just one type of social order. There are various types of social order other than it, and sociologists have thought the division of labor is an important social order among them (e.g., Durkheim, 1893). Therefore explaining evolution of the division of labor is a touchstone of whether evolutionary game theory can evolve in sociology. We explore this possibility in the next section.

4. Division of Labor and Evolutionary Game Theory

4-1. Evolutionary Game Theoretic Framework of Division of Labor

Why is the division of labor thought to be important in sociology? This is because it is a significant feature of modern society. Functions of family in traditional society, for example, are performed by various corporate actors in modern society: Education in schools, production in firms, and welfare by states. Then the actors interact in the market, the political arena, and the social sphere.

The division of labor is a type of social order. When the division of labor is established, role expectation and role performance reinforce each other. When it goes smoothly, the following self-enforcing chain exists. An incumbent of a role tries to fulfill expectations for the role held by other people. If he/she succeeds in fulfilling the expectations, other people confirm their expectations. The confirmed expectations make the incumbent fulfill them at the next round. There is more than one role in a society where the division of labor is established, so we find a complex web of roles and expectations in such a society.

Thus when we explain evolution of the division of labor, we have to explain (1) how a simple role system evolves into a complex one and (2) how the self-enforcing relationship between role expectation and role performance evolves. If a theory based on evolutionary game theory explains the two above processes, evolutionary game theory is quite likely to be qualified as an excellent tool and to evolve in sociology. Thus our task here is to examine this possibility.

We have to formulate the concept of role in the framework of evolutionary game theory in the first place. A role is not an agent but a bundle of actions expected by others in various social settings (cf. Parsons 1951). An English teacher, for example, teaches English in class and participates in a meeting with his/her colleagues. In this case teaching English and participating in a meeting are actions expected by others and constitute the role of an English teacher. An action is interpreted as a strategy in evolutionary game theory, so a role is a bundle of strategies. Then an agent is equipped with a bundle

of strategies associated with a role when he/she takes it.

What makes the relationship between agents and roles more complicated is that an agent usually takes more than one role. It may be the case that the English teacher in the above example is a teacher in the school, the father in his family, and the manager of a baseball team in his community.

The above inquiry about the concept of role and the relationship between agents and roles necessitates formalizing the two following mechanisms when we apply evolutionary game theory to the study of evolution of the division of labor. The first mechanism is how more than one strategy is arranged in a role, and the second one is how an agent takes a set of roles. Figure 3 shows the conceptual framework of the two mechanisms.

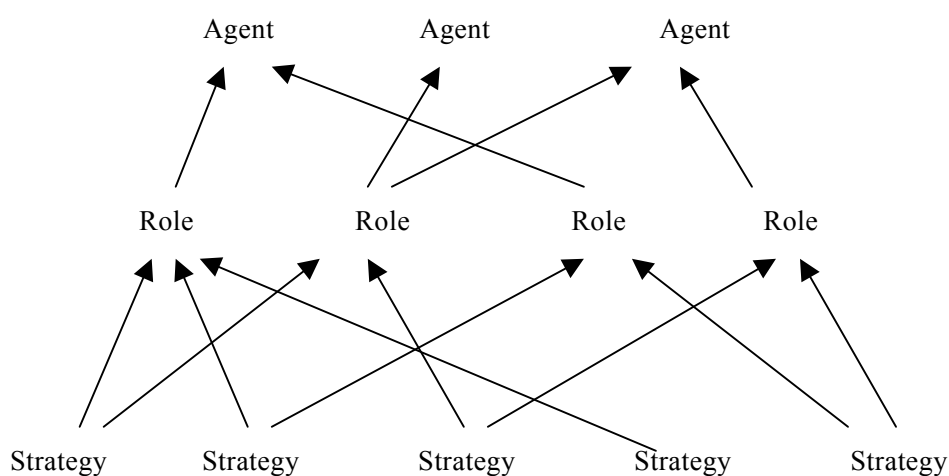


Figure 3 Connection between Agents, Roles, and

Although the second mechanism is important for development of role theory, we focus only on the first mechanism in this paper for two reasons. First, incorporating two mechanisms in a framework would make the framework unnecessarily complicated. Second, if the two mechanisms are different, omitting one of them from the framework would be a wrong decision. However, the mechanism connecting strategies to a role is logically equivalent to the mechanism connecting roles to an agent. Thus we deal only with the first mechanism for the sake of simplicity.

The mechanism, however, is difficult to formalize. This is because we do not know much about how a new role is created in society. Functionalists, who have been dominant in explaining the division of labor (cf. Parsons 1966), would argue that a new role is created in the expectation that it will fulfill functional requisites for society. This argument is the case when a new role is created in a purposive organization. The role of a computer operator, for example, is created in a firm when the firm decides to computerize its accounting system.

The functional argument is not the case, however, when a new role is created in society. This is because a society does not have a purpose, so we cannot assume that a new role is created to fulfill

functional requisites for it. The role of a hedge fund, for example, was not invented for the functioning of a society. Rather, it was created by those who were interested in financial engineering and making big money by applying their knowledge in the financial market.

Leaving the functionalistic explanation of evolution of the division of labor, we have to construct an analytical framework of it based on evolutionary game theory, because our purpose in this paper is to explore whether the theory is a good tool for explaining evolution of the division of labor. The logic of evolution in general naturally leads us to interpret the creation of a new role as an error in the evolutionary process. That is, new roles are created when actions bundled with a role (or roles) are mistakenly disbanded and construct new roles.

With this idea of the creation of new roles we construct a promising framework of evolution of the division of labor. In the first stage the set of possible actions in a society is determined. This stage is the logical starting point of a society.

In the second stage actions are randomly bundled up to construct roles. This stage corresponds to the lower part of Figure 3. We exclude the possibility that roles are constructed with a purpose or a functional requisite. Rather, we assume that some roles evolve from the pool of randomly created roles. Note that surviving roles in the evolutionary process are neither “good” nor “bad.” They survived just by chance, as will be shown. No value judgment is to be made on evolution of roles.

In this stage we also assume that an agent takes a role. As we discussed above, role taking in this framework means that there is a one-to-one correspondence between agents and roles.

In the third stage agents are chosen and interact with each other. Only two agents may be chosen and play a game in this stage, or all the agents may be chosen. It depends on our research purpose how to formalize this stage. No matter how agents are chosen, they choose actions based on the fictitious play assumption. A chosen agent knows the role of his/her counterpart but does not know what action the counterpart will take. What the agent has is his/her subjective distribution of actions in the role of his/her counterpart. Suppose, for example, that an agent is in the role of a patient and paired with another agent in the role of a medical doctor. The agent knows his/her counterpart is a doctor but does not know what the counterpart will do in the interaction with him/her. He/she is not naïve, however. He/she knows from direct or indirect experience what doctors do to patients in general. With this subjective distribution of possible actions of the counterpart the agent chooses an action that maximizes his/her expected payoff.

In the fourth stage agents update their subjective distributions of actions associated with roles based upon additional information they got in the third stage. They may have the same distributions if the actions are the same as before. If the distributions are updated, however, it means that role expectations change.

If the system went back to the third stage as was assumed in the evolutionary process in Section 2, the evolutionary process would not include the creation of new roles, which is the core phenomenon in the evolution of the division of labor. How do we conceptualize it? We assume the following mechanism based on the above discussion on new roles as products of errors. A role is randomly

chosen, and actions constituting the role are resolved in the fifth stage. Then the resolved actions are bundled up as more than one new role. Suppose that a role consists of five actions: A, B, C, D, and E. If an error occurs for the role, the five actions are disconnected from the role. Then a new role is created by bundling A and C together, while the other new role is created by bundling B, D, and E together.

There are variations of this resolving-bundling process. Factors to be considered for variations are (1) the number of roles to be chosen, (2) the number of actions associated with a chosen role to be disconnected from the role, and (3) the number of new roles to be created. No matter what variation we assume, the basic process of the creation of new roles in this stage is common.

After this stage the system goes back to the third stage for the next round. If incumbents of the new roles choose actions that are consistent with expectations held by other agents, the new roles are reinforced by the expectations and will become fixed in the society. This is evolution of new roles, thus, the division of labor.

4-2. Limitation of the Framework

The above framework seems to deal with evolution of the division of labor properly and to help evolutionary game theory evolve in sociology. There is a critical defect in it, however: The set of possible actions is fixed at the initial point, so there is no room in the framework for a new action to be invented.

When it occurs in a real society, the division of labor almost always accompanies invention or emergence of new actions. When banks, which played an important role for development of capitalism, emerged in a society, new financial actions such as systematic collection of money from depositors and investment in promising companies were associated with them. If these actions were not invented, the role of a bank was not performed. This means that the role of a bank does not emerge in an evolutionary game if these actions are not included in the set of actions assumed in the model.

Even if we assume that there are many actions in society, the set of actions is finite. Thus it is logically possible, if not practically possible, that an action is not available for the creation of a new role. This problem would lead to a case in which a theory based on evolutionary game theory does not explain evolution of the division of labor.

5. Conclusion

This paper does not have any intention of vitiating evolutionary game theory. Rather, I tried to demarcate evolutionary game theory in sociology to define its frontiers. Once its frontiers are clarified, we understand where to attack to make a breakthrough in evolution of evolutionary game theory in sociology.

The argument in this paper points out that the frontiers lie in the study of evolution of the division of labor. It is true that evolutionary game theory is a good tool with which to explain evolution

of certain types of social order such as coordination in the Coordination game. The division of labor, however, is a different type of social order from coordination in the game. This is because we need the concept of role in the study of the division of labor. The concept of role has been in the center of sociology, but evolutionary game theory has not been serious about conceptualization of role and about appropriately locating the concept in its framework. Although some evolutionary game theorists use roles in their models (Selten 1980; Maynard Smith 1982; Binmore and Samuelson, 1999), their conceptualization is rather simple from a sociological viewpoint. The crux of their formalization of role is as follows. A strategy an agent chooses is determined by the “role” of the agent. Take the Prisoner’s Dilemma game for example. Choosing C or D is determined by whether the agent takes the role of a row player or a column player. For example, an agent chooses C if he/she is a row player, while he/she chooses D if he/she is a column player. A problem with this conceptualization of role is that the set of roles is mapped to the set of strategies by a one-to-one correspondence. A role, however, is assumed to be a bundle of strategies in sociology. In other words a correspondence between the set of roles and the set of strategies is one-to-many.

Thus I proposed a framework in this paper with which to develop a theory about evolution of the division of labor and to bridge a gap between sociology and evolutionary game theory. The framework is rudimentary, and much work remains to be done. It shows, however, what a critical problem is for a breakthrough: The number of possible actions is finite in evolutionary game theory, while it should be infinite theoretically when we deal with the creation of new roles. This problem may seem unsolvable. It, however, tells us that we will be able to make a breakthrough if we invent a device to solve it.

* This research was supported by Grant-in-Aid for Scientific Research (B) 14310095 (Principal Investigator: Hirokuni Oura), the Japan Securities Scholarship Foundation Grant, and the Japan Economic Research Foundation Grant. The academic support of the Center for the Study of Social Stratification and Inequality at Tohoku University is gratefully appreciated. This paper was originally published as an article in *Sociological Theory and Methods*, 18-2: 185-196, 2003. This is reproduced by permission of the Japanese Society for Mathematical Sociology.

Notes

- 1) See Macy (1996) for a detailed description of “hardwired” and “softwired” strategies.
- 2) I assume that a game is played by two agents, but it can be assumed that more than two agents participate in a game such as the N -person Chicken game.
- 3) See Hechter and Opp (2001) for the importance of oughtness and sanctions in the emergence of social norms.
- 4) See Muto (2001) for an introductory, but excellent description of the fictitious play and best reply assumptions.
- 5) Here I ignore an assumption that agents “sample” their observations for the sake of simplicity. See Young (1998, Pp.83-99) for a detailed description of sampling.
- 6) Agents’ memory is assumed to be unity in this fictitious play.

References

- Aoki, Masahiko and Masahiro Okuno (eds.). 1996. *Comparative Institutional Analysis: A New Approach to Economic Systems*, Tokyo: University of Tokyo Press. (in Japanese)
- Axelrod, Robert. 1984. *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books.
- Binmore, Ken and Larry Samuelson. 1999. "Evolution and Mixed Strategies." *Games and Economic Behavior* 34: 200-26.
- Durkheim, Émile. 1893. *De la division du travail social*. Paris: Presses universitaires de France.
- Hechter, Michael and Karl-Dieter Opp (eds.). 2001. *Social Norms*. New York: Russell Sage Foundation.
- Kanai, Masayuki. 2003. "The Significance and Problems of Selective Interaction Models in Evolutionary Game Theory," *Sociological Theory and Methods* 18(2): 153-67. (in Japanese)
- Macy, Michael, W. 1996. "Natural Selection and Social Learning in Prisoner's Dilemma: Co-adaptation with Genetic Algorithms and Artificial Neural Networks." *Sociological Methods and Research* 25(1) : 103-37.
- Maynard Smith, John. 1982. *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Muto, Shigeo. 2001. *Introduction to Game Theory*. Nihon Keizai Shinbun. (in Japanese)
- Oura, Hirokuni. 2003. "Evolutionary Game Theoretical Approach for Order Problem." *Sociological Theory and Methods* 18(2): 133-52. (in Japanese)
- Parsons, Talcott. 1951. *The Social System*. New York: Free Press.
- Parsons, Talcott. 1966. *Societies: Evolutionary and Comparative Perspectives*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Selten, Reinhard. 1980. "A Note on Evolutionarily Stable Strategies in Asymmetric Animal Contests," *Journal of Theoretical Biology* 84: 93-101.
- Skyrms, Brian. 1996. *Evolution of Social Contract*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Young, H. Peyton. 1998. *Individual Strategy and Social Structure: An Evolutionary Theory of Institutions*. Princeton: Princeton University Press.

進化ゲームにおける選択的相互作用モデルの意義と課題

金井 雅之
(山形大学)

【要約】

社会的ジレンマをはじめとする協力の成立可能性問題を進化ゲーム理論的に分析する際、ランダム・マッチングを仮定するとうまくいかない。ランダム・マッチングでない相互作用、すなわち選択的相互作用を扱う代表的モデルとして、格子モデルと多水準淘汰モデルが挙げられる。本稿ではこのうち多水準淘汰モデルについて、理論上の基礎づけを確認し、代表的な2つの数理モデルについてその意義と課題を検討する。理論上の基礎づけに関しては、淘汰の単位をめぐる論争が焦点となる。ここではヴィークルという概念を導入することにより、自己複製子淘汰と矛盾することなく多水準淘汰が考えうることを示す。そして多水準淘汰の先行モデルは、絶滅型モデルと離合集散型モデルに大別できるが、それらは分析する対象によって使い分けることが適切であることを示す。

キーワード：選択的相互作用，多水準淘汰，群淘汰，社会的ジレンマ，進化ゲーム理論

1. ランダム・マッチングと選択的相互作用

Maynard Smith and Price (1973) によって提唱された当初、進化ゲーム理論ではどういった相手と（直接的であれ間接的であれ）対戦するかは無作為に決まるとされていて、相手によって相互作用のしやすさが異なるという仮定はおかれていなかった。このように集団内に相互作用相手の選択に関する構造を仮定しないモデルを、本稿ではランダム・マッチングモデルとよぼう。進化的に安定な戦略（ESS）やレプリケータ・ダイナミクスといった進化ゲーム理論における重要な諸概念は、基本的にはこのランダム・マッチングモデルを前提に定義されている（たとえば Weibull (1995) を参照）。

ところで、社会的ジレンマをはじめとする協力行動の成立可能性に関する問題を進化ゲーム理論の枠組みで考察しようとする際、このランダム・マッチング仮定はしばしば障害となってきた。協力行動の成立可能性問題には、ゲームの定式化の仕方によってさまざまな定義が考えられるが、ここでは伝統的な進化ゲーム理論の枠組みである、2個体が一対一で対戦するタイプのゲームに即して定義してみよう。集団中に2つの行動様式（これを C, D とよぶ）が存在するとする。一般に行動様式 A が行動様式 B と対戦したときの行動様式 A の利得を $u(A, B)$ であらわす。ここで、

$$(1) \quad u(C, C) < u(D, C) \text{ かつ } u(C, D) < u(D, D),$$

$$(2) \quad u(C, C) > u(D, D)$$

なる利得構造が存在するとき、協力の成立可能性問題が生じていると定義する¹⁾。

いま問題の集団内で行動様式 C をとる人の割合が p ($0 \leq p \leq 1$) であるとしよう。この

ときランダム・マッチング仮定に基づくならば、行動様式 C, D の利得の期待値はそれぞれ

$$W(C) = p u(C, C) + (1 - p) u(C, D),$$

$$W(D) = p u(D, C) + (1 - p) u(D, D)$$

となる。仮定(1)より、 p の値にかかわらず常に $W(C) < W(D)$ である。もしここでいう利得の期待値の相対的大小が繁殖に影響するものとして（つまり W を適応度と考え）、2つの行動様式のシェアの時間的変化を進化的に考えるならば、いずれは集団の全員が行動様式 D をとる状態が生じると予測される。しかし、これは各人にとって必ずしも最良の状態ではない。なぜなら $u(C, C) > u(D, D)$ （仮定(2)）より、自他ともに行動様式 C をとった方が、自他ともに行動様式 D をとるよりも高い利得を得られるからである。このように、協力の成立可能性問題の本質は、進化的動学の行き着く先がすべての人にとって望ましくないものであることにある。

ところでこの問題の解決のヒントはまさにその仮定(2)、すなわち C 同士が対戦すれば D 同士が対戦するよりも有利だという点にある。ランダム・マッチング仮定のもとでは、対戦相手はその時点での集団内におけるシェアに比例して確率的に決まるので、集団内に D が相対的に多ければ、D と対戦する確率も大きくなる。もしここで C 同士が対戦する確率を何らかのメカニズムで増加させることができれば C にとって有利な状況が生じ、集団中でのシェアが増えるかもしれないと考えられる。ここで C 同士が対戦する確率が高いとは、相互作用する相手を（意図的であれ非意図的であれ）選んでいるということの意味する。

このような、ランダム・マッチング仮定に基づかない相互作用のモデルを総称して、本稿では選択的相互作用（selective interaction）モデルとよぶことにする²⁾。ランダム・マッチングモデルは一通りしかないが、選択的相互作用モデルはそれ以外のすべてを包括する概念なので、もちろん無数に存在しうる。そのうち、協力の成立可能性問題に関連する重要なものとして、格子モデルと多水準淘汰モデルが挙げられる。

格子（lattice）モデルとは、プレイヤーを格子状の空間に配置し、近隣のプレイヤーとしか相互作用しないと仮定するモデルである。社会科学における協力の成立可能性問題を進化ゲームの枠組みを用いて最初に本格的に論じた Axelrod（1984）は、集団中に D が多い場合でも、C 同士が対戦する確率をランダム・マッチングで実現するよりも高い値に人為的に設定すれば、D の多い集団に C が侵入できる可能性があることを示した上で³⁾、そのような相互作用が実現しうるメカニズムとしてある種の領域性（territoriality）、すなわち近隣4つのセルと相互作用する2次元格子モデルを提唱した。

この格子モデルは、その後さまざまな論者によって発展させられている。たとえば、生物学における利他行動の進化の文脈における中丸麻由子らの研究は、ペア近似やペアエッジといった数理解析、出生死亡過程モデル、コンピュータ・シミュレーションなどさまざまな方法を援用して、繰り返し囚人のジレンマゲームにおけるしっぺ返し戦略と全面裏切り戦略との状態遷移の数値的条件を明らかにした（中丸・松田・巖佐（1996, 1998）、Nakamaru, Nogami, and Iwasa（1997, 1998））。

しかしながら、現実への応用、特に社会科学的な現象への応用を考えた場合、この格子という仮定はあまりにも特殊すぎる。そもそも格子モデルは物性物理学や生態学に由来するも

ので、固体の分子や植物のように、本当の意味でその場所を動かない対象には適しているが、人間の行動や社会を説明するのにこのような厳密な意味で動かないということ仮定するのは、比喩としても無理があるだろう。もちろん、格子を文字通りの空間的な意味ではなく、親族関係や友人関係、あるいはもっとゆるくイデオロギーのようなものとも考えることもできなくはない⁴⁾。しかしその場合でも、隣接個体同士のみが直接相互作用するという想定は必ずしも必要ないはずである。

そこで、選択的相互作用に関するもうひとつの重要なモデルとして挙げられるのが、多水準淘汰 (multi-level selection) モデルである⁵⁾。これは、集団がいくつかの部分集団 (=群) に分かれていて、成員は基本的に同じ群に属する個体とのみ相互作用する、と仮定するモデルである。格子モデルが集団内に空間的な構造を想定したのに対し、多水準淘汰モデルは論理的な構造を想定しているといえる。本稿ではこの多水準淘汰モデルについて進化論上の理論的な基礎づけを与えるとともに、代表的な2つのモデルを取り上げて、社会科学への応用を視野に入れつつ、その特徴と適用範囲を考えていきたい。

2. 多水準淘汰モデルの歴史と理論的基礎づけ

多水準淘汰モデルは、群淘汰 (group selection) モデルともよばれる。進化生物学における群淘汰モデルは、1960年代まではごく普通に使われながら、1970年代から80年代にかけて一時評判が悪くなり、近年ふたたび評価され始めたという歴史をもっている。本節では、群淘汰 = 多水準淘汰モデルの歴史を簡単に振り返った上で、淘汰の水準という観点から見たその理論的基礎づけを確認する。

生物の世界において普遍的に観察される利他行動の進化を説明するにあたって、“集団にとって有利な形質をもつ個体が多い集団は、集団レベルに働く淘汰圧によって他の集団より有利になるので、数が増えるだろう”とする群淘汰論は、1960年代までは進化生物学の世界でごく普通に信じられてきた。

この時期の群淘汰論の典型的な議論として、Wilson and Sober (1994) はつぎのようなものを挙げている。たとえば大洋の真ん中に点在する島々にウサギが住んでいるとしよう。ある島に突然変異によって、草を食べる効率がとてもよく繁殖力の高いウサギが現れたとする。この島の中では、この草をたくさん食べるウサギは生存に有利なので、個体数を増やすだろう。しかしそのような個体が増えれば島の草は次第に食べ尽くされて、いずれウサギは絶滅するだろう。すると隣接する島々から突然変異をしていないウサギが移住してきて、もとの普通のウサギのいる島に復帰するにちがいない。この推論自体は、現在の多水準淘汰モデル (絶滅型モデル) でも基本的に同じであるが、現在とちがうのは、当時の議論は“生物学的階層における個体より上位のレベル (=群) においても自然淘汰が働きうる”ときわめて素朴に考えていたことにあつた⁶⁾。Wilson and Sober (1994) はこのタイプの群淘汰論を素朴群淘汰論とよんでいる。

ところが、分子生物学レベルでの進化のメカニズムが次第に明らかになり、進化における適応の概念をめぐる議論がさかんになるにつれ、このような素朴群淘汰論はさまざまな攻撃

にさらされるようになった。その代表例は Williams (1966) による批判である。Williams はつぎの理由で群淘汰論を誤解、もしくは無用のものであると論じた。第一に、生物学のさまざまな階層での適応を論じるのであれば、それぞれのレベルで自然淘汰が働かなければならない。第二に、しかるに真の意味で淘汰が働くのはあくまでも遺伝子のレベルであって、群はおろか個体ですら、あまりにも一時的なものに過ぎないので、淘汰の単位にはなりえない⁷⁾。第三に、にもかかわらず結局彼は個体レベルで淘汰圧がかかることは認め、群淘汰の可能性も理論的にはないとは言えないとしつつ、しかし群レベルの淘汰が個体レベルの淘汰に打ち勝ちうるかどうかはパラメータの設定次第でどうにでもなりうるものであり、群淘汰論は理論的に見て重要とは思えないと結論づけた。

さらに別の側面からも群淘汰論にとって不利な状況が現れた。それは、従来群淘汰論によってしか説明できないと思われていた利他行動を、別の角度から説明する理論が出現したことである。たとえば Hamilton (1964a, 1964b) の血縁淘汰論は、遺伝的的近親者間で利他行動が進化するのを、包括適応度という、基本的には遺伝子レベルの概念のみで説明したものであった。また Trivers (1971) による互惠的利他主義の進化の説明や、Maynard Smith and Price (1973) や Axelrod (1984) による進化ゲームを用いた利他行動の進化の説明も、群淘汰モデルを代替するものとして受け止められた。

これに対して近年、適応や淘汰の単位といった概念の見直しを通じて、遺伝子や個体だけでなく、生物学の他の階層においても淘汰に似た作用が働きうるという議論が注目を集めている (Sober (1984, 1994), Wilson and Sober (1994), Sober and Wilson (1998), Keller (1999))。この議論は、群という特定の階層において淘汰が起こるとするのではなく、いろいろな階層でいろいろな形質に関して、淘汰に似た作用が独立に起こりうるるところに特徴があるので、多水準淘汰とよばれることが多い。

そもそも生物学のさまざまな階層で淘汰に似た作用が働きうるという考え方は、一般に遺伝子淘汰論者の代表とみなされている Dawkins (1989, 1983) において、すでに表明されている。Dawkins の遺伝子淘汰論の根拠は、十分長い時間持続して真の意味で淘汰の単位となる自己複製子は、群や個体ではなく遺伝子しかありえない、というものである。彼はこの自己複製子淘汰の論理は保持しつつも、それと両立する形で個体や群レベルでも淘汰に似た作用が働きうることを基礎づけるために、ヴィークル (vehicle) という概念を提示する。「自己複製子淘汰はある自己複製子が他の自己複製子を犠牲にして生き残る過程であり、ヴィークル淘汰はあるヴィークルが他のヴィークルよりもそれらの自己複製子の生存をより成功裏に保証する過程である」 (Dawkins 1983=1987, pp. 164-165, 傍点引用者)。

このヴィークルという考え方の萌芽は、彼のボートクルーの比喩に見られる (Dawkins 1989)。ボートレースの勝敗は個々のクルーではなくボートごとに決まるものである以上(表彰されるのは特に勝利に貢献したクルーだけではない)、他のボートに勝つためには、クルーたちは協力してがんばった方が、お互いに足を引っ張りあうよりも得策である。生物においても、個体はいわば遺伝子の乗り物である。特に有性生殖をする生物において、遺伝子が次世代に受け継がれる手段は生殖細胞に乗り込んで他の個体に由来する生殖細胞と受精することしかないが、そのためにはとにかく個体が生殖可能な年齢に達するまで力をあわせる

しかない。永続的な自己複製子である遺伝子と同じような意味で個体に直接淘汰の作用が働くわけではないが、個体というヴィークルに乗り合わせた遺伝子セットは次世代への伝達（＝自己複製）という点でいわば運命をともにせざるを得ないために⁸⁾、遺伝子を「より成功裏に」生存させられるかどうかの違いによって、ヴィークルである個体にもあたかも淘汰に似た作用が働いているように見えるのである。

ところでこの論理において、ヴィークルは必ずしも生物学的個体である必要はない。進化のもっとも基礎的な単位である遺伝子すなわち自己複製子は、生物学的階層のいろいろなレベルで共存している。つまり、個体に含まれる遺伝子は、その個体の中で他の遺伝子と共存していると同時に、その個体の属する群の中で他の個体に属する遺伝子とも共存している。淘汰の基本的な単位をあくまでも自己複製子である遺伝子に求めるならば、複数の遺伝子の適応度の変化に共通して作用する成分のあることが、それらの遺伝子が同じヴィークルに乗っているといえるための条件である。こうして、自己複製子淘汰の考え方と矛盾することなく（したがって素朴群淘汰論に対する上述の批判をかわして）、個体以外のレベルでも淘汰に似た作用が働きうるとする新しいタイプの多水準淘汰論が、論理的に基礎づけられるのである。

以上が多水準淘汰モデルの歴史とその論理的基礎である。なおここで、協力の成立可能性問題を考えるにあたって、前節で触れた格子モデルよりもこの多水準淘汰モデルの方が論理的にわかりやすい理由を付言しよう。協力の成立可能性問題（あるいはもっと一般に社会的ジレンマ）の本質は、個人の価値と集団の価値との相克である。ここでいう集団の価値とは、集団に属する個々人に平等にもたらされる、よさ、もしくは悪さのことである⁹⁾。そしてこの平等性という性質こそ、Dawkins のボートの比喻の本質なのである。ボートレースで優勝した際の栄誉は、力を出した乗組員にも力を出し切れなかった乗組員にも、平等に与えられる。したがって、優勝に貢献した乗組員はそれに貢献しなかった乗組員よりも、相対的に損をしていることになり、そのままではみな努力をしなくなるはずである（個体淘汰）。しかし、多くの場合そうならず各人なりに最大限の努力をするのは、集団としてのボート同士が競争状況にあり、レースに負ければそのボートに乗り組む全員が打撃を受けるからである（群淘汰）¹⁰⁾。競争に敗れたからといって、他の仲間をさしおいて自分だけ他のボートに移り移って生き延びることはできない。つまり、多水準淘汰論は、個人の価値と集団の価値の関係という、協力の成立可能性問題の本質を、もっとも素直な形で表現しうるモデルなのである。

3. 絶滅型モデルと離合集散型モデル

多水準淘汰に関する近年の数理モデルは、大きく2つの系統に分けられる。本節ではこの2つをそれぞれ絶滅型モデル、離合集散型モデルと名づけ、その特徴を概観する¹¹⁾。

3.1. 絶滅型モデル

多水準淘汰についての第一のモデルは、群を半永続的なものとして考え、群間競争（群と群との競争）に敗れた群が個体数を減らして絶滅すると仮定したときに、集団全体での協力行動の比率がどのように推移するかを考察するものである¹²⁾。このタイプのモデルには、移住拒否戦略との共進化を ESS の観点から分析したもの（大浦（1999））、シミュレーションによって協力行動の進化の条件を分析したもの（金井（2000）、Ono, Misawa, and Tsuji（2003））、なども含まれるが、生物学の分野における長年の研究蓄積の中では、いわゆる集団遺伝学の流れをくむものが主流となっている¹³⁾。集団遺伝学の祖の一人とされる S. Wright（1943, 1945）は、60年近く前にすでに島モデルとよばれる萌芽的なアイデアを提示している。

Wright はしかし、群淘汰の効果を定量的に分析することはついになかったが、確率過程論に基づいてこの仕事を完成させたのが、Aoki（1982, 1983）や Kimura（1983）らによる近年の集団遺伝学上の研究である。ここでは Kimura（1983）の定式化にしたがって、集団遺伝学的な絶滅型モデルの概要を確認する。

集団の中に同じ大きさ N_e の無限個の群が存在するとする。ある遺伝子座に対して、A, A' という 2 つの対立遺伝子を考える。このうち A' は利他的遺伝子、すなわち個体の適応度を減らす、群が競争に勝ち増殖するのを助ける性質をもつ。各群のなかでの A' の頻度を x とおく¹⁴⁾。集団遺伝学モデルが分析の対象とするのは、（群の集合体としての）集団におけるこの x の頻度分布の時間的推移である。頻度分布が 1 に片寄ることは、集団全体で利他的行動をとる個体が増えることを意味する。

頻度分布の時間的推移に影響を与える可能性があるパラメータとして、以下のものを考える。第一は A' の A に対する淘汰上の不利度 s' で、これは群内での競争（個体淘汰）の強さを表す。第二は群相互の間での移住率 m で、このモデルは群相互の間で一定の確率で移住が起こるものと仮定している。第三は群淘汰の係数 c とよばれるもので、遺伝子頻度のクラス x に属する群の個数が群相互の競争によって変化する割合の大きさを意味する。

これらのパラメータを含む確率微分方程式を定義し、その定常状態を分析した結果 Kimura が導出した結論は、

$$D = c / m - 4 N_e s'$$

なる量を考えたとき、定常状態において

$$D > 0 \text{ ならば } A' \text{ が優勢（群淘汰が優勢）}$$

$$D < 0 \text{ ならば } A \text{ が優勢（個体淘汰が優勢）}$$

というものであった。つまり、群淘汰が個体淘汰にまさるためには、群淘汰の係数 (c) が大きく、移住率 (m)、各群のサイズ (N_e)、利他的遺伝子の淘汰上の不利度 (s') がそれぞれ小さい方がよい、ということである。

3.2. 離合集散型モデル

絶滅型モデルにおける群とは、時間を通じて固定されていて、例外的に相互のあいだで移住という形で個体の交換が起こる、というものであった。これに対して、自然界にはもっと一時的な群も存在する。たとえば植物はその生活史において、通常生長しているあいだは同

じ場所にとどまっているが、花粉や種子となる時期には、空間的にかなり広範囲に拡散し、混ざり合う。またイモムシとチョウの関係も同様である。Williams and Williams (1957) はこのような一時的な群の例として姉妹集団を考え、利他的形質の群淘汰を通じての進化において、この種の群が重要な役割を果たすかもしれないことを指摘している。

多水準淘汰のモデルの第二のタイプは、こうした定期的な群の再構成によって、絶滅型モデルの移住よりももっと大規模に群の個体構成が入れ替わることを仮定する。絶滅型モデルのように固定的な群構成を仮定する場合、個体淘汰の働きにより群内での D 行動の割合は単調に増加していきばかりだが、定期的に群が再構成される場合、新たな群において C 行動をとる個体がたまたま多く集まるという確率的余地が生じる。そこで確率分布を考えて群淘汰が有利になる条件を探ろうというのが、このモデルの特徴である。代表的な論文としては Price (1972), Wilson (1975), Wilson and Sober (1989), Dugatkin, Perlin, and Atlas (2003) などが挙げられるが、ここでは典型例として Wilson (1975) のモデルを確認する。

群内でランダムに交配がおこなわれる 2 種類の個体があるとする。これらの個体は、ただ 1 つの遺伝的形質においてのみ異なっている。いまこの形質の働きにより、各個体は自分自身の適応度を変化させると同時に、群内の他のすべての個体の適応度を変化させるものとしよう。たとえば、他より個体の採餌率を上げる形質は、その形質をもつ個体の適応度を増加させると同時に、群内の他のすべての個体の適応度を一律に減少させるだろう（共有地の悲劇）。逆に敵が近づいたときに警戒音を発せさせる形質は、その形質をもつ個体の適応度を若干減少させる一方で（敵に見つかりやすいから）、群内の他のすべての個体の適応度を一律に増加させるだろう。このような状況を想定したときに、問題の形質を発現させる個体をドナー、その影響を受ける群内の他のすべての個体（複数）をレシピエントとよぶ。一般に、ドナーとレシピエントのあいだで直接的な相互作用があるとは限らない¹⁵⁾。

ある形質によるドナーの適応度の変化を f_d 、レシピエントの適応度の変化を f_r とあらわす。ここで f_d, f_r はともに、正負どちらの場合もありうるので、その値の組み合わせは、 f_d, f_r を両座標軸とする 2 次元平面における点として表現できる（図 1）。

ここでまず、ある 1 つの群内（個体数 N ）での個体の適応度を考える。群内に形質 A をもつ個体（ドナー）と形質 B をもつ個体（レシピエント）がいるとする。上述の仮定より、形質 A は自分の適応度を f_d 変化させ、自分以外の個体の適応度を f_r 変化させる。一方、形質 B は自分の適応度も自分以外の個体の適応度も変化させない。2 種類の個体の頻度をそれぞれ a, b とおくと、形質 A による個体あたりの適応度の変化は、形質 A をもつ個体、形質 B をもつ個体についてそれぞれ、 $f_d + (N a - 1) f_r, N a f_r$ となる。群内での相互作用だけを考えるならば、形質 A が淘汰によって数を増やす条件は形質 A の適応度の変化が形質 B のそれよりも高いことだから、 $f_d + (N a - 1) f_r > N a f_r$ より

$$f_d > f_r \quad (\text{個体淘汰の条件}) \quad (1)$$

である。

ところで f_d と f_r の値の大小関係によっては、形質 A の作用によって群全体の適応度が

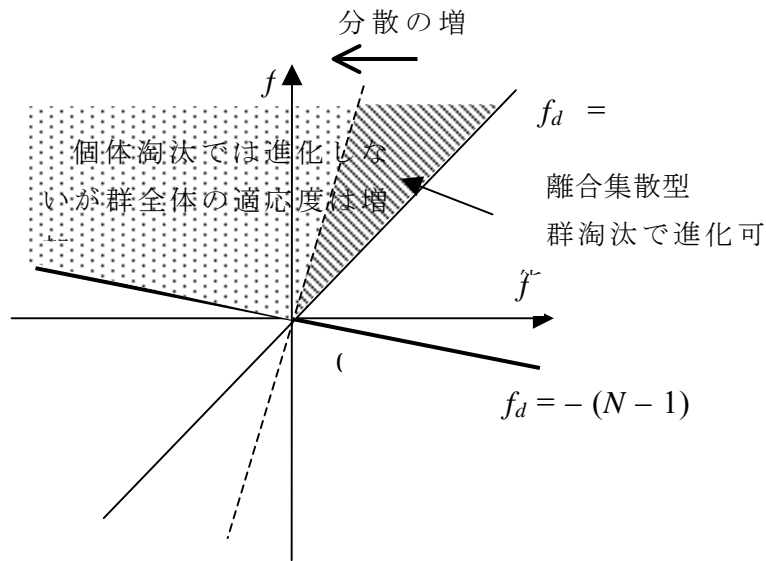


図1 f_d と f_r との関係 (Wilson (1975, p.144) の FIG.1 をもとに作成)

増加する可能性もある. その条件は, $f_d + (N-1)f_r > 0$ より

$$f_d > -(N-1)f_r \text{ (群淘汰の条件)} \quad (2)$$

と書ける.

さて個体淘汰の条件(1)と群淘汰の条件(2)とは一部重なっている. すなわち, 図1において, 個体淘汰の条件は直線 $f_d = f_r$ (実線)の右側の領域, 群淘汰の条件は直線 $f_d = -(N-1)f_r$ (太実線)の上側の領域にあたるが, この2つの領域は一部重なっている. この重なっている領域に入る f_d, f_r の組み合わせを与える形質は, 個体淘汰の観点からも群淘汰の観点からも増加することが予想され, 理論的には特に問題はない. 問題があるのは, 個体淘汰の観点からは選択されないが, 群淘汰の観点からは望ましい領域 (両直線の“上側”, 図1の網掛部分)に入る形質である. このような形質が進化するかどうか, 利他行動の進化, もしくは協力の成立可能性問題に他ならない.

そこで離合集散型モデルは2つの淘汰の関係をつぎのように定式化する. いま群が複数集まった集団全体を考える. すべての群の個体数は N で同じとする. 群 i における形質A, Bの頻度をそれぞれ a_i, b_i としたとき, それらの群を含む集団全体における形質A, Bの平均的な適応度の変化は,

$$\text{形質 A : } \frac{\sum_i N a_i [f_d + (N a_i - 1) f_r]}{\sum_i N a_i}, \quad (3)$$

$$\text{形質 B : } \frac{\sum_i N b_i [N a_i f_r]}{\sum_i N b_i} \quad (4)$$

となる. この2つの式は, すべての群における個体の適応度変化を, その群におけるそれぞれのタイプの個体数に応じて単純に重みづけ平均したものである.

このとき形質Aが淘汰によって数を増やす条件は, 上記形質Aの平均的な適応度変化が

形質 B の平均的な適応度変化を上回ることから、

$$f_d > f_r \left[N \left(\frac{\sum_i a_i b_i}{\sum_i b_i} - \frac{\sum_i a_i^2}{\sum_i a_i} \right) + 1 \right] \quad (\text{個体淘汰と群淘汰の関係条件}) \quad (5)$$

である。そしてこの式を考える上で重要なのが

$$N \left(\frac{\sum_i a_i b_i}{\sum_i b_i} - \frac{\sum_i a_i^2}{\sum_i a_i} \right) \quad (6)$$

という部分である。

式(5)は(6)を除けば(1)と同じであることに注意しよう。もしすべての群において A と B の頻度が同じであるならば、(6)は 0 となり、(5)は(1)に帰着する（純粋な個体淘汰条件）。一方もし 2 つの形質が完全に分離されていたら、すなわち A のみからなる群と B のみからなる群しか存在しなければ、(6)は $-N$ となり、(5)は(2)に帰着する（純粋な群淘汰条件）。一般に(6)は 0 から $-N$ までの値しかとらないので、(6)が小さくなるにしたがって、つまり、各群における両形質の分離度が大きくなるにつれて、式(5)を表す直線（図 1 の破線）は、原点を中心に反時計回りに回転し、ついには太実線と一致することになる。こうして、個体淘汰だけでは説明できなかった、両直線の“上側”の領域に入る形質の進化が説明できると Wilson は論じるのである。

各群における両形質の分離度、すなわち各群における C 行動（この場合形質 A）のシェアの分散が大きいことがなぜ群淘汰にとって有利に働くのかは、直観的にはつぎのように理解できる。すなわち、社会的ジレンマの定義より、ある群の平均的な利得はその群における C 行動のシェアに比例する。群淘汰とはこれらの群の平均利得の差によって起こるプロセスであるから、両形質が分離せず、各群の平均適応度が等しくなるような状況では、群淘汰が個体淘汰に対して相対的に有効に機能しないのである。

このように離合集散型モデルの第一の特徴は、各群における C 行動のシェアの分散の大きさが、個体淘汰と群淘汰との関係に重要な影響をおよぼすことに着目した点にある。そして離合集散型モデルの第二の特徴は、こうした各群における C 行動のシェアのばらつきが生じる原因として、群の定期的な再構成（の行われ方）を考えることにある。すなわち、まず 1 つの極端として、再構成時の新しい各群における形質の頻度がまったくランダムに決まるのであれば、集団全体でみたときの各群における形質の頻度の分布は二項分布に従うはずである¹⁶⁾。このとき(6)は、群のサイズ N や集団全体での A の頻度 a にかかわらず常に -1 になる。よって式(5)は $f_d > 0$ を意味する（図 1 で言えば破線 $f_d = f_r$ が y 軸に重なった状態）。これに対して、もし二項分布よりも頻度分布のばらつきが大きくなるような状況が成立しているならば、(6)の値は -1 よりもさらに小さくなるので、群淘汰にとってさらに有利な状況になるはずである。Wilson (1975) はその 1 つの例として遺伝的血縁を挙げ、血縁淘汰が多水準淘汰の観点から説明できると述べている。

4. 両モデルの特徴と適用範囲

このように多水準淘汰に関する絶滅型モデルおよび離合集散型モデルは、それぞれ特徴ある数学的方法を用いて協力の成立可能性問題に一定の解答を与えている。今後社会的ジレンマ問題の研究を進めていくにあたり、こうした先行する数理モデルの特徴と適用範囲を確認しておくことは重要な作業である。

まず絶滅型モデルについて、このモデルの理論／方法的な長所は2つ挙げられる。第一は、個体淘汰と群淘汰とのどちらが優勢になるかについての定量的条件を、数学的に厳密に証明したことである。これは Wright 以来の集団遺伝学上の宿題でもあったことだが、それを明らかにしたことは先述した Williams らの群淘汰批判に答えるものであると評価できる。第二の長所は、拡散モデルを用いているという意味で、システムの動学的側面を考慮に入れているという点である¹⁷⁾。進化ゲームの本質は動学にあることを考えると (Hofbauer and Sigmund (1998), 石原・金井 (2002)), これは評価に値するといえよう。

一方、絶滅型モデルには理論的短所も存在する。それは一言で言えば、数学的厳密性を追求するあまり一般的・抽象的になりすぎているという問題であり、具体的には以下の3点が指摘できる。第一に、群の数が無限個ありそのサイズが等しいとするなど、現実的に見てやや無理な仮定がおかれている。第二に、利他的遺伝子の淘汰上の不利度や群淘汰の係数といったパラメータの由来が不明である。本来これらは、ゲーム論的状况における何らかの具体的相互作用の結果として現れてくるパラメータであるはずである。絶滅型モデルは選択的相互作用モデルのひとつであることはたしかなのだが、相互作用が選択的に行われているという具体的メカニズムがモデルの表面に明示的に表現されていないのである。第三に、群の構成の推移など具体的な途中経過が見えにくい。絶滅型モデルは群淘汰に敗れた群の絶滅を前提にしているにもかかわらず、群淘汰が優勢になるための定量的条件は定常状態、すなわち時間が十分経過して各群における C 行動のシェアの頻度分布がもはや変化しなくなった時点においてのみ計算されている。先述したようにこのモデルは進化の動学的側面を比較的良好に扱っているとはいえ、途中経過までをていねいに分析したものではないのである。

では現実との対応関係を考えたとき、絶滅型モデルはどのような対象に適用するのがふさわしいだろうか。第一に、絶滅型モデルは確率過程の定常状態を分析対象としており、これは一般に比較的長い時間が経過したあとに実現すると想定されている。よって、学習型進化ゲームが対象とするような比較的短期の現象を分析するには、あまり有効な手法とはいえない。逆に、進化心理学で扱うような遺伝型モデルが適用される現象には、それなりの意味をもつだろう。第二に、絶滅型モデルは群構成の時間的推移に関して、移住という例外的場合を除いて各群の成員構成が変化せず、群の中での相互作用が固定的かつ半永久的に続くという仮定をおく。したがって、人的交流が少ない社会、たとえば前近代社会における社会現象を分析するにはこのモデルは適切かもしれない。

つぎに離合集散型モデルについて、このモデルの理論／方法的な長所は2つ挙げられる。第一に、このモデルの最大の特徴は、群淘汰の効果を個体の適応度の計算に組み込んでいることである。通常個体の適応度は個体レベルでの淘汰に関してのみ計算されるが、このモデルは個体淘汰の効果と群淘汰の効果を、適応度概念の中で一元的に取り扱うことを可能にし

ている。このように適応度概念に群淘汰の効果をとり込むこと的方法的メリットは、個体の適応度に基づいて定義された従来の進化ゲーム理論上の諸概念（ESS やレプリケータ・ダイナミクス）をそのまま流用できることである¹⁸⁾。一般に、選択的相互作用に基づく動学過程を厳密に定式化することはむずかしい上、特に社会的ジレンマ（ N 人囚人のジレンマ）のように選択的相互作用を仮定しなくても動学的定式化がむずかしい問題を分析するには、このメリットは大きいといえる。離合集散型モデルの第二の長所は、各群におけるC行動のシェアの分散が、多水準淘汰において群淘汰が優勢になるために重要であることを指摘した点である。先述のように、これは絶滅型モデルでは表面に現れてこない論点であるが、群淘汰の効果が長期にわたって持続するためには論理的に不可欠の前提である（金井（2000））。

一方、離合集散型モデルの理論的短所は2つ挙げられる。第一に、このモデルは一般に時間性を明示的に考慮していない。たとえば先のWilson（1975）のモデルにおいて、シェア増加の条件は“ある形質の平均適応度が他の形質の平均適応度よりも高い”とされているのみである。これはある特定の時点における比較である。しかし実際には時間とともに、まさに淘汰の働きにより、各群における両形質の頻度の、全体集団中における分布は変化していくので、適応度の相対的大小関係も変わる可能性がある。このように適応度が頻度に依存する現象は、進化ゲームで扱うようなゲーム論的状况において典型的に見られるが、そうでなくても理論的にはおこりうるものである。実際Wilsonが想定しているような社会的ジレンマ状況でも、適応度（の相対的な差）は頻度に依存している。第二に、群の再構成という仮定が結論とどう結びついているのかが、数学的に見て不明確である。Wilson（1975）や、離合集散型モデルを「主観的頻度」という別の観点から定式化したWilson（1998）においては、“群が定期的に離合集散するならば、群相互での頻度分布の分散が大きくなるだろう（もしくは少なくとも維持されるだろう）”という暗黙の前提が置かれている。もしこれが正しければ、“群相互での頻度の分散が大きければ協力が進化しやすい”という論理は一応彼は示したつもりでいるのだから、“群が離合集散するならば協力は進化しやすい”という命題が成り立つだろうことは理解できる。しかし問題はこの前段の妥当性である。群が定期的に離合集散するという場合、具体的にどの程度の頻度で、どういうメカニズムに基づくものを想定しているのか、Wilsonの論文では明らかにされていない。それらの想定次第で、この命題は成り立つかもしれないし、成り立たないかもしれないのである。また仮にこの命題が成り立つとしても、“頻度の分散が大きければ協力が進化しやすい”という後段の命題は、離合集散によって頻度の分散が増える力と個体淘汰の力の相対的な関係に依存するはずであるが、前段の命題を量的に定式化していない以上、この問題にも答えられないのは当然である。群の離合集散が重要であるという着眼は十分評価できるものではあるが、現時点での先行研究は定量的な意味でその効果を証明したとまではいえないのである。

では現実との対応関係を考えたとき、離合集散型モデルはどのような対象に適用するのがふさわしいだろうか。第一に、群の離合集散を考えるという特徴より、先ほどの絶滅型モデルとは逆に、人的交流が盛んで相互作用の範囲も頻繁に変わる社会における現象を扱うのに適しているといえよう。第二に、長期的な動学過程をあまり考えないという特徴の帰結として、比較的タイムスパンが短く、学習型モデルで扱うような現象でも、適用できる可能性が

ある。そして第三に、動学過程を厳密に定式化しなくてもすむという特徴より、先にもふれたように、社会的ジレンマのように相互作用の厳密な定式化がむずかしい現象にも適用しやすいであろう。

以上のように絶滅型モデルと離合集散型モデルは、多水準淘汰という同じ現象を扱っているながら、前提とするメカニズムや数学的定式化がかなり異なる。これはもちろん、どちらかが優れているという問題ではなく、分析する対象に応じて使い分けていけばよいことである。そしていずれのモデルも生物学の分野で開発されてきたものなので、特に社会科学に応用しようとするときまだまだ不十分な点が多い。社会的ジレンマをはじめとする秩序問題を進化ゲーム理論的に考えていくにあたって、こうした分析手法の数学的整備と論理的基礎づけが急務になっているといえよう。

【謝辞】

本稿は『理論と方法』第18巻2号（2003年9月、153-167頁）に掲載された「進化ゲームにおける選択的相互作用モデルの意義と課題」（金井雅之著）を数理社会学会の許可を得て転載したものである。

【付記】

この研究は、科学研究費補助金基盤研究(B)(1)「秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ」（研究代表者：大浦宏邦、課題番号14310095）ならびに科学研究費補助金基盤研究(B)(1)「社会理論の実践的可能性の探求」（研究代表者：数土直紀、課題番号13410054）の助成を受けており、その成果の一部です。

【注】

- 1) N 人の集団における間接的な相互作用を考える場合（社会的ジレンマ）は、Dawes（1980）の下記の定義を用いるが、これは本稿における一対一対戦の(1)、(2)にそれぞれ対応している。
 - (a) 社会の他の諸個人が何をするかにかかわらず、各個人は社会的に裏切りの選択 [行動様式 D] をおこなったとき、社会的に協力的な選択 [行動様式 C] をおこなったときよりも高い利得を得る。
 - (b) しかし、もし全員が協力するならば、全員が裏切るよりも、すべての個人がよい状態になる。
- 2) ここで「選択」とは対戦する相手が無作為に決まるのではないことを言っているのであり、natural selection の意味での「選択」ではもちろんない。
- 3) 彼が分析したのは繰り返し囚人のジレンマゲームなので、Cに相当するのはしっぺ返し（Tit for Tat）戦略、Dに相当するのは全面裏切り戦略である。
- 4) Axelrod（1984）はこれらを「抽象的空間」とよんでいる。
- 5) 多水準選択と訳すこともある。一般に進化論において (natural) selection ということばは、選択もしくは淘汰と訳されるが、学術的にはまったく同義である。本稿では、選択的相互作用という概念との混同を避けるためもあって、淘汰という用語で統一する。multi-level selection という用語を明示的に用いている文献としては、たとえば Wilson（1998）。
- 6) こういう議論が問題であるとする理由は、後述するように永続性がないため淘汰の単位となりえない群を素朴に淘汰の単位とみなしてしまうという、論理的誤謬にある。
- 7) 彼のこの議論は、後に Dawkins（1989）らによってわかりやすく解説されることになる遺伝子中心主義に基づいている。淘汰が遺伝子レベルにしか働かないとする理由は、自分と完全に同じものを複製できる単位（＝自己複製子）は遺伝子しかないからというものである。個体ですら淘汰の対象となりえないのは、有性生殖をする個体の場合、自分の子といえども遺伝子レベルで見れば完全に同じ組み合わせのものではありえないからである。
- 8) Wilson and Sober（1994）はこれを運命共同体（shared fate）としてのヴィークルとよぶ。

- 9) ここで平等性を強調するのは社会学的文脈における協力の成果の公共財的性格を念頭においているからであって、進化論における多水準淘汰一般の文脈ではもちろん群の利益が構成員に平等に分配される必要性はない。
- 10) これまでの議論からわかるように、遺伝子以外のレベルに働く淘汰に似た作用を淘汰とよぶのは厳密には問題があるが、本稿では今後便宜上、そのような作用も淘汰とよぶことにする。
- 11) 生物学における群淘汰論の標準的な分類法にしたがえば、絶滅型モデルはゲーム間群淘汰 (inter-demic group selection) , 離合集散型モデルはゲーム内群淘汰 (intra-demic group selection) もしくはトレイトグループ淘汰 (trait group selection) に相当する。
- 12) 本稿では以後、多水準淘汰モデルで想定する相互作用の範囲を群 (group) , 群を含む全体を集団 (population) とよぶことにする。
- 13) 集団遺伝学の概説書としては、Crow and Kimura (1970) , Kimura and Ohta (1971) などを参照。
- 14) 頻度 (frequency) とはこの場合、割合・シェアなどと同義と考えてよい。
- 15) このように、一般に離合集散モデルは具体的な問題状況として社会的ジレンマを想定していることが多い。
- 16) 新しい群における両形質の頻度がランダムに決まるとは、具体的にはたとえば、協利行動をとる個体同士が集まりやすかったり (あるいは D 行動をとる個体を避けたり) , 前の期と同じ群に属していた個体同士が集まりやすかったりする傾向がないことを意味する。
- 17) 本稿では紙幅の関係上、このモデルのもつ確率過程論としての詳細部分を省かざるを得なかったが、興味のある読者は Kimura (1983) を参照。
- 18) Kerr and Godfrey-Smith (2002) はこの観点から、多水準淘汰モデルと個体主義的モデルが数学的には結局等価であり、ものの見方の違いとしての意義しかもたないと指摘している。

【文献】

- Aoki, K. 1982. "A Condition for Group Selection to Prevail over Counteracting Individual Selection." *Evolution* 36:832-842.
- . 1983. "A Quantitative Genetic Model of Reciprocal Altruism: A Condition for Kin or Group Selection to Prevail." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 80:4065-4068.
- Axelrod, R. 1984. *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books. =1987. 松田裕之 (訳) 『つきあひ方の科学』 HBJ 出版局.
- Crow, J. F., and M. Kimura. 1970. *An Introduction to Population Genetics Theory*. New York: Harper and Row.
- Dawes, R. M. 1980. "Social Dilemmas." *Annual Review of Psychology* 31:169-193.
- Dawkins, R. 1989. *The Selfish Gene* (new ed.). Oxford: Oxford University Press. = 1991. 日高敏隆・岸由二・羽田節子・垂水雄二 (訳) 『利己的な遺伝子』 紀伊國屋書店.
- . 1983. *The Extended Phenotype: The Gene as the Unit of Selection*. Oxford: Oxford University Press. =1987. 日高敏隆・遠藤彰・遠藤知二 (訳) 『延長された表現型』 紀伊國屋書店.
- Dugatkin, L. A., M. Perlin, and R. Atlas. 2003. "The Evolution of Group-Beneficial Traits in the Absence of Between-Group Selection." *Journal of Theoretical Biology* 220: 67-74.
- Hamilton, W. D. 1964a. "The Genetical Evolution of Social Behavior I." *Journal of Theoretical Biology* 7:1-16.
- . 1964b. "The Genetical Evolution of Social Behavior II." *Journal of Theoretical Biology* 7:17-52.
- Hardin, G. 1968. "The Tragedy of the Commons." *Science* 162:1243-1248.
- Hofbauer, J., and K. Sigmund. 1998. *Evolutionary Games and Population Dynamics*. Cambridge: Cambridge University Press. =2001. 竹内康博・佐藤一憲・宮崎倫子 (訳) 『進化ゲームと微分方程式』 現代数学社.
- 石原英樹・金井雅之. 2002. 『進化的意思決定』 朝倉書店.
- 金井雅之. 2000. 「多水準淘汰による協力の進化」 東京大学大学院博士論文.
- Keller, L. ed. 1999. *Levels of Selection in Evolution*. Princeton: Princeton University Press.

- Kerr, B., and P. Godfrey-Smith. 2002. "Individualist and Multi-level Perspectives on Selection in Structured Populations." *Biology and Philosophy* 17:477-517.
- Kimura, M. 1983. "Diffusion Model of Intergroup Selection, with Special Reference to Evolution of an Altruistic Character." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 80:6317-6321.
- Kimura, M., and T. Ohta. 1971. *Theoretical Aspects of Population Genetics*. Princeton: Princeton University Press.
- Maynard Smith, J., and G. R. Price. 1973. "The Logic of Animal Conflict." *Nature* 246:15-18.
- Maynard Smith, J. 1982. *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge: Cambridge University Press. =1985. 寺本英・梯正之 (訳) 『進化とゲーム理論：闘争の論理』産業図書.
- 中丸麻由子・松田裕之・巖佐庸. 1996. 「格子上の集団における協力の進化」『物性研究』67:257-285.
- . 1998. 「近所付き合いは社会的相互作用の進化にどのように影響するのか」『理論と方法』12(2):149-162.
- Nakamaru, M., H. Nogami, and Y. Iwasa. 1997. "The Evolution of Cooperation in a Lattice-Structured Population." *Journal of Theoretical Biology* 184:65-81.
- . 1998. "Score-dependent Fertility Model for the Evolution of Cooperation in a Lattice." *Journal of Theoretical Biology* 194:101-124.
- Ono, S., K. Misawa, and K. Tsuji. 2003. "Effect of Group Selection on the Evolution of Altruistic Behavior." *Journal of Theoretical Biology* 220:55-66.
- 大浦宏邦. 1999. 「農耕戦略の進化モデル」『第 28 回数理社会学会大会研究報告要旨集』数理社会学会. 12-13.
- Price, G. R. 1972. "Extension of Covariance Selection Mathematics." *Annals of Human Genetics* 35:485-490.
- 盛山和夫・海野道郎 (編). 1991. 『秩序問題と社会的ジレンマ』ハーベスト社.
- Sober, E. 1984. *The Nature of Selection: Evolutionary Theory in Philosophical Focus*. Chicago: The University of Chicago Press.
- . 1994. *From a Biological Point of View: Essays in Evolutionary Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sober, E., and D. S. Wilson. 1998. *Unto Others: The Evolution and Psychology of Unselfish Behavior*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Trivers, R. L. 1971. "The Evolution of Reciprocal Altruism." *Quarterly Review of Biology* 46:35-57.
- Weibull, J. W. 1995. *Evolutionary Game Theory*. Cambridge, Mass.: The MIT Press. =1998. 大和瀬達二 (監訳) 『進化ゲームの理論』オフィスカノウチ.
- Williams, G. C. 1966. *Adaptation and Natural Selection: A Critique of Some Current Evolutionary Thought*. Princeton: Princeton University Press.
- Williams, G. C., and P. C. Williams. 1957. "Natural Selection of Individually Harmful Social Adaptations among Sibs with Special Reference to Social Insects." *Evolution* 11:32-39.
- Wilson, D. S. 1975. "A Theory of Group Selection." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 72:143-146.
- . 1998. "Hunting, Sharing, and Multilevel Selection." *Current Anthropology* 31:73-97.
- Wilson, D. S., and E. Sober. 1989. "Reviving the Superorganism." *Journal of Theoretical Biology* 136:337-356.
- . 1994. "Reintroducing Group Selection to the Human Behavioral Science." *Behavioral and Brain Sciences* 17:585-654.
- Wilson, E. O. 1975. *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press. =1983. 坂上昭一 (他訳) 『社会生物学』思索社.
- Wright, S. 1943. "Isolation by Distance." *Genetics* 28:114-138.
- Wright, S. 1945. "Tempo and Mode in Evolution: A Critical Review." *Ecology* 26:415-419.

(受稿 2003 年 4 月 16 日/掲載決定 2003 年 8 月 9 日)

The significance of selective interaction models in the evolutionary game theory

Masayuki KANAI

Faculty of Education

Yamagata University

1-4-12 Kojirakawa, Yamagata city, Yamagata, 990-8560, Japan

To analyze how cooperation evolves, including the problem of social dilemma, a random-matching model in the evolutionary game theory does not work well. Instead of that, we have some models of selective interaction, which assume that players interact not with all members but with specific members in the population. Though selective interaction models consist mainly of a lattice model and a multilevel-selection model, we focus the latter to examine the theoretical foundation and the mathematical formation. As to the theoretical foundation, it is concerned with the well-known debate of unit of selection. We show that the multilevel-selection is consistent with the replicator selection if the concept of “vehicle” is introduced. There are two models of multilevel-selection, that is, extinction models and fission-fusion models. Although they are based on the different assumption about the reconstruction of groups, we argue that both of them have adequate phenomena to apply.

Key words and phrases: selective interaction, multi-level selection, group selection, social dilemma, evolutionary game theory.

(Received April X, 2003/Accepted August X, 2003)

文化進化系進化ゲーム理論による社会的ジレンマ分析

七條 達弘
(大阪府立大学)

【要旨】

進化ゲーム理論には、「生物系」「経済系」「文化進化系」の三つの理論体系がある。「文化進化系」は、「経済系」の進化ゲーム理論を発展させたものである。「経済系」の進化ゲーム理論では、利得が高い戦略が広まっていくと仮定するが、「文化進化系」では、この仮定が成立しない場合についても取り扱うことができ、多数派同調の効果や、戦略表明の効果が存在する場合も考慮する。本論文では、それぞれの効果をもちいて、社会的ジレンマ状況における協力の発生を示すモデルを作成する。このモデルにより、繰り返しゲーム特有の戦略を考慮しなくても、協力が進化しえることが示される。

キーワード: 進化ゲーム理論、社会的ジレンマ、頻度依存、多数派同調効果、戦略表明、文化進化

1. 進化ゲーム理論の三つの系統

進化ゲーム理論は、丸田（2002）が主張するように、ゲーム状況において、「進化の単位」が全体に占める割合が増減する動学的調整過程を考慮した理論である¹⁾²⁾。そこで、なにを「進化の単位」とするか、その「増加率」が何によって決まるかの仮定によって、進化ゲーム理論は、「生物系」「経済系」「文化進化系」の三つに分かれる。本論文では、三つの系統の分類分けについて概観し、その後、社会的ジレンマ状況における協力の発生を「文化進化系」のゲーム理論によって分析する。

「生物系」の進化ゲーム理論は、Mainard-Smith & Price（1973）から始まる理論体系であり、進化ゲーム理論の祖といえる理論体系である。「生物系」では、「進化の単位」は、遺伝子であり、生物の死亡と出生によって、各遺伝子の頻度が増加する状況を想定する。したがって、死亡率が低く、出生率が高い遺伝子が増加していくことになる。つまり、「増加率」は出生と死亡によって決定される。

「経済系」の進化ゲーム理論では、「進化の単位」は人々の行動を決定する戦略である。したがって、人々の行動の変化が、戦略の出生死亡を意味する。ここで、行動の変化は、模倣、教育、学習、および、現状を所与とした最適反応によって引き起こされると仮定される。経済系の進化ゲーム理論では、行為者にとっての客観的利得を想定する。客観的利得としては、多くの場合、物質的利得が採用される³⁾。本論文では、特に断らないかぎり「利得」を物質的利得の意味で用いる⁴⁾。さらに、利得が大きい戦略ほど増加率が大きく、全体に広まっていくと仮定する⁵⁾。つまり、以下のいずれかの仮定がおかれていると解釈できる。「人々は利得が高い人の戦略を模倣しようとする」、あるいは、「教育⁶⁾する際、利得が高い人ほ

ど影響力が高い。」、「学習によって利得が高い戦略を採用するようになる。」、「現状を所与として利得を高める行動をとる」。このような仮定によって、進化的均衡(Friedman 1991)に到達することになる。進化的均衡はナッシュ均衡であるため、ナッシュ均衡を用いる古典的ゲーム理論と同じ結論を導く場合もある。しかし、ナッシュ均衡だが進化的均衡ではない状態が存在するため、進化的均衡は、ナッシュ均衡を精緻化する均衡概念といえる。進化ゲームをナッシュ均衡の精緻化として用いた研究として、Kandori & Mailath & Rob (1993)がある。また、この理論には、精緻化だけではなく、動的過程を記述できるという長所がある。たとえば、七條(1998)では、模倣学習モデルを利用した動的モデルによって、バブル経済を説明した。

「文化進化系」の進化ゲーム理論では、「進化の単位」は行動戦略に限定されず、選好も進化の対象となる。経済系の進化ゲーム理論では、模倣や教育によって行動戦略が人から人へと伝達されると仮定しているが、文化進化系の進化ゲーム理論ではさらにこの考え方を応用し、戦略のみではなく、選好も人から人へと伝達されると仮定する。選好や価値観といったものは、社会生活の中で他の人々からの影響をうけて形成されるものだからである。たとえば、Shichijo & Kobayashi (2002)と七條・小林(2003)は、「プロテスタンティズムの倫理と資本主義の精神」(Weber 1904-05)のモデル化を行い、プロテスタンティズムの倫理が資本主義の発達に必要であったが、資本主義が発達するとプロテスタンティズムの倫理が衰退するというパラドックスを数理的に説明した。また、経済学においても間接進化(indirect evolution)理論など、選好の進化を取り扱い、本論文における文化進化系の進化ゲーム理論に分類される研究がなされている(Bisin & Verdier 2001)⁷⁾。

「文化進化系」の進化ゲーム理論のもうひとつの特徴は、利得が低い戦略や選好が増加することもありえる点である。経済系の進化ゲーム理論では、客観的利得を仮定して、それが高い戦略が広まっていくと仮定したのとは対照的に、これに反する現象が起こることもあると仮定する。このため、2節と3節で示すように、比較的容易に社会的ジレンマ状況における協力の発生を導くことができ、TFTなど繰り返し戦略特有の戦略によらず、単に協力を取り続ける戦略や、裏切りが自明なとき以外は協力する戦略が進化することが分かった。

2. 多数派同調効果と群淘汰

人々は多くの人が行っている行動を真似するという同調行動をとるという多数派同調効果がある場合が考えられる⁸⁾。たとえば、我々は、海外旅行にいったチップを払うことが当たり前の国では、チップを支払うという行動をとる。その国では、チップを皆が払うという理由で、旅行者も支払うが、物質的利得という面からは利得が低い行動かもしれない。このような多数派同調効果を組み込んだモデルとして、Boyd & Richerson (1985)のモデルがある。ここでは、Boyd & Richerson (1985)のモデルをさらに発展させ、社会的ジレンマ状況において、協力行動をとることが均衡となるモデルを構築する。

2.1 模倣学習モデル

基本的なモデルとして、Weibull (1995) で模倣学習モデル 2⁹⁾とされているモデルを使用する。Weibull (1995) では、このモデルがアプリオリに提示されているので、この節では、このモデルの導出を行う。

戦略 S の影響力を I^S とおき、戦略変更を検討するプレイヤーが、戦略 S をとっている人と出会ったときに、相手の戦略を模倣する確率は I^S であるとする。ランダムマッチングを仮定し戦略 S の人と出会う確率は、戦略 S をとっている人の割合 θ^S に比例するとする。このとき、戦略変更を検討しているプレイヤーが、模倣する相手に出会ったという条件のもとで、その相手が戦略 S であり、その戦略 S を模倣する確率は、 $I^S \theta^S$ となる。さらに、戦略の変更を検討するプレイヤーが模倣対象となる相手に出会ったという条件のもとで、どの戦略かは問わず相手の戦略を模倣する確率を $Q = \sum_S I^S \theta^S$ とおく。このとき、どの戦略も模倣

しない確率は、 $1-Q$ である。戦略を検討するプレイヤーが、1人目に出会った相手の戦略は模倣せず、2人目に戦略 S と出会い、それを模倣する確率は、 $I^S \theta^S (1-Q)$ である。同様に計算すると、なんども人と出会う場合も含めて最終的に戦略 S を模倣する確率は、

$$\sum_{i=1}^{\infty} I^S \theta^S (1-Q)^{i-1} = \frac{I^S \theta^S}{1-(1-Q)} = \frac{I^S \theta^S}{Q}$$

倍して、 $I_0^S = a I^S$ for $\forall S$ としても、上記の最後の確率は変化しない。つまり、影響力の値は、他の影響力に対する比のみが重要であり、絶対的値は意味を持たない。そこで、以降では、 I^S を確率であると考えた場合に必要な条件 $I^S \leq 1$ や $\sum_S I^S = 1$ を仮定せず、単に、 I^S は正の値であると仮定する。

次に、微分方程式を導く。戦略 S をとっている人の中で、 Δt の間に、戦略変更を検討する人の数が $\beta \theta^S \Delta t$ 人である仮定し、 Δt の間に戦略変更を検討した人のうち戦略 S を採用するようになった人の数は、 $\frac{I^S \theta^S}{Q} \Delta t$ 人であると仮定する¹⁰⁾と、以下の微分方程式が導出される。

$$\frac{d\theta^S(t)}{dt} = \beta \left(\frac{I^S(t) \theta^S(t)}{\sum_x I^x(t) \theta^x(t)} - \theta^S(t) \right) = \beta \theta^S(t) \left(\frac{I^S(t)}{\sum_x I^x(t) \theta^x(t)} - 1 \right) \quad (4.1)$$

ここで、経済系の進化ゲーム理論の仮定に従い、影響力 I^S が、戦略 S の期待利得 B^S に比例すると仮定した場合、上記の式は以下のようなになる¹¹⁾¹²⁾。

$$\frac{d\theta^S(t)}{dt} = \beta \theta^S(t) \left(\frac{B^S(t)}{\sum_x B^x(t) \theta^x(t)} - 1 \right)$$

2.2 利得と影響力が比例する場合の群淘汰

この節では、経済系の進化ゲーム理論に従い、影響力が（物質的）利得に、比例すると仮定した場合に、群淘汰原理がどのように働くかを考察する。

まず、集団が一つしかない場合を想定する。C と D の二つの戦略があるとする。C をとるプレイヤーの数を N^C 、D をとるプレイヤーの数を N^D 、全体のプレイヤー数を $N (= N^C + N^D)$ とする。さらに、C をとるプレイヤーの割合を $\theta^C (= N^C/N)$ 、D をとるプレイヤーの割合を θ^D とおく。各戦略をとる人の利得は、 θ^C にのみ決定され、社会的ジレンマ型の利得構造になっていると仮定する。すなわち、 $B^C(\theta^C)$ 、 $B^D(\theta^C)$ は、 θ^C の単調増加関数であり、C をとる人が増加すればするほど利得は高くなり、全員が D をとる状態がパレート効率的な状態である ($B^D(0) < B^C(1)$) が、常に D をとる人の利得の方が高い ($B^C(\theta^C) < B^D(\theta^C)$) ために C をとる人が増えない可能性があるとして仮定する。

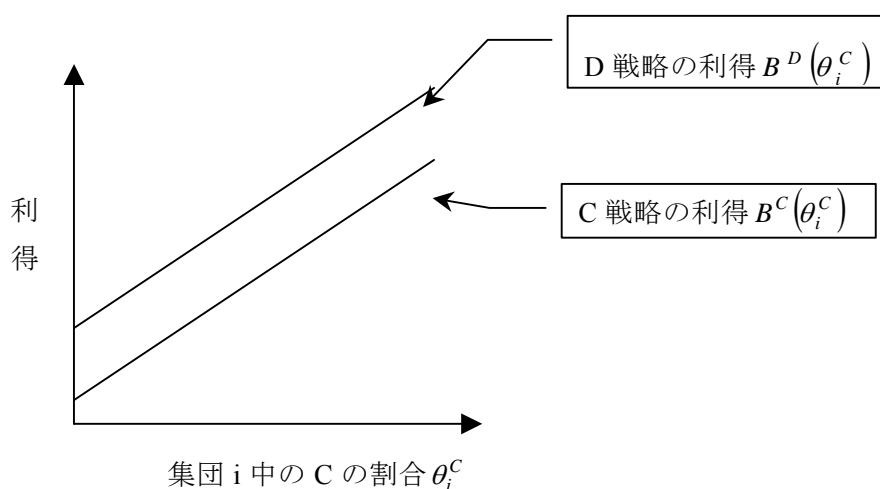


図1 各戦略の利得

経済系の進化ゲーム理論に従い、各戦略の影響力が利得に比例すると仮定すると、以下の式が導出される。

$$\frac{dN^C}{dt} = \alpha \left(\frac{B^C(\theta^C)}{B^C(\theta^C)\theta^C + B^D(\theta^C)(1-\theta^C)} - 1 \right) N^C \quad (5.1)$$

ここで、 $B^C(\theta^C) < B^D(\theta^C)$ であり、 $B^C(\theta^C) < B^C(\theta^C)\theta^C + B^D(\theta^C)(1-\theta^C)$ なので、 $\frac{dN^C}{dt} < 0$ であり、C をとる人の数は常に減少する。したがって、戦略 C をとる人は最終的にいなくなると予想される。

次に、複数の集団がある場合を考える。集団 i 中で C をとるプレイヤーの数を N_i^C 、D をとるプレイヤーの数を N_i^D とおき、集団 i に属するプレイヤーの総数を $N_i (= N_i^C + N_i^D)$ とおく。さらに、集団 i の中で戦略 C が占める割合を $\theta_i^C (= N_i^C/N_i)$ とおき、同様に、 $\theta_i^D (= N_i^D/N_i)$ を定義し、集団 i の中で戦略 C、D の利得は、それぞれ、 $B^C(\theta_i^C)$ 、 $B^D(\theta_i^C)$ であるとする。利得は、先ほどと同じく社会的ジレンマ状況を仮定する。(5.1)式と同様に、 Δt 時間の間に所属する集団は変更せず戦略のみ変更するプレイヤーは、 $\alpha\Delta t$ の割合存在し、さらに、戦略も

所属集団も両方とも同時に Δt 時間の間に変更するプレイヤーは、 $\beta \Delta t$ の割合存在するとする。このとき、前節の模倣学習を仮定すると以下の微分方程式が導かれる。

$$\frac{d N_i^C}{d t} = \alpha \left\{ \frac{B^C(\theta_i^C)}{B_i} - 1 \right\} N_i^C + \beta \left\{ \frac{B^C(\theta_i^C)}{\bar{B}} - 1 \right\} N_i^C$$

$$\frac{d N_i^D}{d t} = \alpha \left\{ \frac{B^D(\theta_i^C)}{B_i} - 1 \right\} N_i^D + \beta \left\{ \frac{B^D(\theta_i^C)}{\bar{B}} - 1 \right\} N_i^D$$

ここで、 $\bar{B}_i = B^C(\theta_i^C)\theta_i^C + B^D(\theta_i^C)(1-\theta_i^C)$ 、 $\bar{B} = \sum_i \bar{B}_i N_i / N$ である。

上記の微分方程式から、初期状態で集団 i の中に戦略 C をとるプレイヤーの数が多く $B^C(\theta_i^C) > \bar{B}$ が満たされている場合には、外から集団 i に参加するプレイヤーが多いために、 N_i^C が増加する可能性がある。これが群淘汰の効果である。しかし、その一方で、 N_i^D も増加すると考えられる。そこで、集団 i に占める C の割合 θ_i^C の変化について計算すると以下の式が得られる。

$$\frac{d \theta_i^C}{d t} = \frac{d}{d t} \left(\frac{N_i^C}{N_i} \right) = \frac{1}{N_i} \frac{d N_i^C}{d t} - \frac{N_i^C}{N_i^2} \frac{d N_i}{d t} = \theta_i^C (B^C(\theta_i^C) - \bar{B}_i) \left(\frac{\alpha}{B_i} + \frac{\beta}{\bar{B}} \right)$$

ここで、利得の構造から $\theta_i^C > 0$ ならば $B^C(\theta_i^C) < \bar{B}_i$ なので、 $\frac{d \theta_i^C}{d t} < 0$ であり、集団 i の中で戦略 C をとるプレイヤーの割合が減少していくことが分かる。これによって、長期的には $B_i^C - \bar{B}$ の値も小さくなり、戦略 C をとるプレイヤーの数 N_i^C が減少していき、最終的には全員が D をとる状態に均衡することが分かる。

2.3 多数派同調効果

2.2 節では、各戦略の影響力が利得に比例する状況を考えた。この節では、多くの人が採用しているからそれを模倣しよう傾向（多数派同調効果）がある場合について考察する。ここで、影響力が利得の単調増加関数ではなく、多くの人が採用している戦略を採用する傾向があると仮定する。このとき、 C 戦略をほとんどの人が採用している場合、 C 戦略の影響力が大きく、 C 戦略が全体を占める状態が最終的な安定状態となる可能性がある。しかし、初期状態で、 D 戦略の方が多い場合は、 D 戦略の影響力が強い上に、 D 戦略の利得が高いために、 D 戦略が全体を占める状態が最終的な状態になる。そこで、複数の集団がある場合を考える。複数の集団があつて、その中で、 C 戦略の割合が大きい集団が偶然発生すると、利得が高いその集団に移住するインセンティブが働く、これによって、 C 戦略の比率が高い集団の成員数が増加していき、最終的には、全体の中で、 C 戦略の比率が高まっていくと考えられる。以下で、具体的にモデルを構築する。

2.2 節と異なり、この節では、影響力は、利得だけではなく、頻度にも依存して決まり、利得 B 、割合が θ である戦略の影響力は、 $B f(\theta)$ であると仮定する。ここで、関数 f は、頻

度の影響を表す関数であり、単調増加であると仮定する。集団の中で、CをとるかDをとるか戦略を検討する場合の影響力はそれぞれ、 $B^C(\theta_i^C)f(\theta_i^C)$ 、 $B^D(\theta_i^C)f(\theta_i^D)$ となる。さらに、多数派同調により戦略Cを採用する効果が働き、 $\theta_i^C = 1$ のときは、Cの影響力がDの影響力より大きい ($B^C(1)f(1) > B^D(1)f(0)$) という状態が成立していると仮定する (次図) ¹³⁾。

以上の仮定より、経済系進化ゲームで仮定される利得単調性 (Weibull 1995 p144) を満たさないモデルとなり、経済系の進化ゲームでは導出できない結論を導くことができる可能性がある。

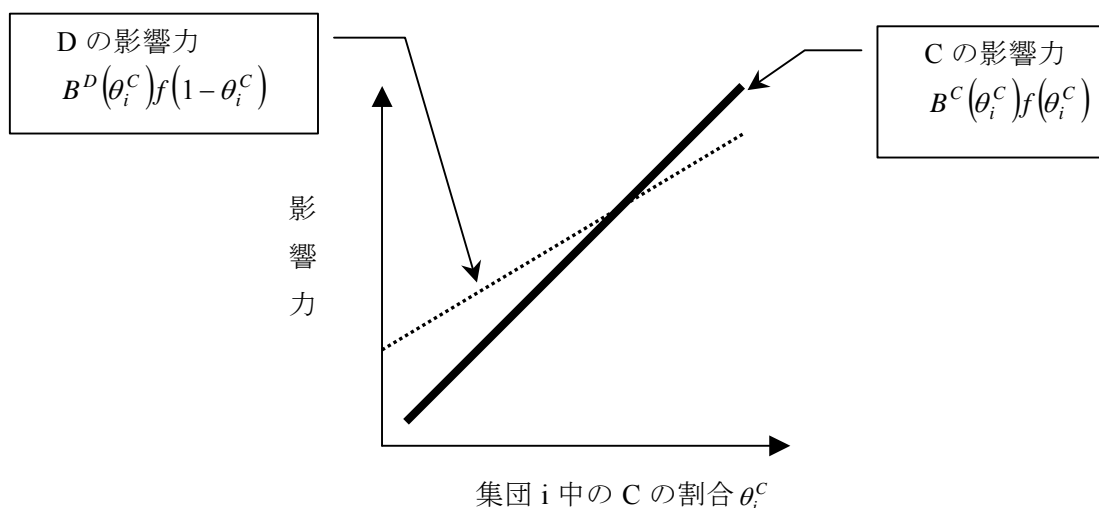


図2 多数派同調効果がある影響力

一方、帰属集団を変更する際には、その戦略が全集団の中で占める割合に着目すると仮定する。すなわち、全体の中で集団 i の C 戦略が占める割合を $x_i^C (= N_i^C / N)$ とおくと、帰属集団も戦略も同時に変更しようとするプレイヤーにとって、頻度依存の効果は x_i^C 分だけ表れ、集団 i 中の戦略 C がもつ影響力は、 $B^C(\theta_i^C)f(x_i^C)$ であるとする。同様に、帰属集団の変更を検討しているプレイヤーに対して、集団 i 中の戦略 D がもつ影響力は、 $B^D(\theta_i^C)f(x_i^D)$ であるとする。

$$\frac{dN_i^C}{dt} = \alpha N_i^C \left(\frac{B^C(\theta_i^C)f(\theta_i^C)}{\bar{I}_i^\theta} - 1 \right) + \beta N_i^C \left(\frac{B^C(\theta_i^C)f(x_i^C)}{\bar{I}^x} - 1 \right) \quad (5.2)$$

$$\frac{dN_i^D}{dt} = \alpha N_i^D \left(\frac{B^D(\theta_i^C)f(\theta_i^D)}{\bar{I}_i^\theta} - 1 \right) + \beta N_i^D \left(\frac{B^D(\theta_i^C)f(x_i^D)}{\bar{I}^x} - 1 \right) \quad (5.3)$$

ここで、

$$\bar{I}_i^\theta = B^C(\theta_i^C)f(\theta_i^C)\theta_i^C + B^D(\theta_i^C)f(\theta_i^D)\theta_i^D$$

$$\bar{I}^x = \sum_i \{ B^C(\theta_i^C)f(x_i^C)x_i^C + B^D(\theta_i^C)f(x_i^D)x_i^D \} \text{である。}$$

このモデルでは、集団の中で全てのプレイヤーが戦略 C をとっている状態が安定な状態であり、このとき、高い利得をあげることができる。そこで、複数ある集団の中でどれか一つでも戦略 C が占めて協力が成立している集団が生まれれば、その集団が高い利得をあげるために、他の集団から移住するプレイヤーが現れ、協力している集団の規模が拡大していき、全体に占める戦略 C の割合が上昇していくことが期待される。戦略 C が占める集団が現れるか否かは、初期状態に依存して決まる。そこで、各集団内の初期状態における戦略 C の割合を一様分布に従って生成させてシミュレーションを行った結果が以下のとおりである。

| 集団の数 | 1 個 | 5 個 | 10 個 |
|--------|-------|-------|-------|
| 協力形成回数 | 3163 | 8434 | 9752 |
| 協力形成割合 | 31.6% | 84.3% | 97.5% |

表 1 多数派同調効果のシミュレーション結果

ここでは、全体のうち 99% のプレイヤーが C 戦略を採用しているときに、協力が形成されたと判断し、10000 回のシミュレーション中、何回、協力形成がなされたかを計算した。また、シミュレーションに使用した関数、および、パラメータは以下のとおりである。

$$f(x)=x+1, B^C(x)=4x+1, B^D(x)=4x+2, \alpha=1, \beta=0.1$$

このシミュレーション結果から、集団の数が増えるほど、その中のどれか一つでも協力が成立した集団が存在する確率が増えるため、最終的に全体として協力が成立する可能性が高くなることが分かる。すなわち、集団が一つの場合には、協力発生確率が低い場合であっても、集団数が増加すると、群淘汰原理により、協力が発生する可能性が高くなっている。このモデルでは、協力の発生を論じるために、トリガー戦略などの過去の相手の行動を記憶して行動を変化させる、繰り返しゲーム特有の戦略ではなく、C を出し続ける、D を出し続けるといった、1 回きりのゲームに対する戦略を考察している。それにも関わらず、多数派同調の効果と群淘汰の両方の効果によって、上記のように、協力形成がなされる可能性を示すことができ、繰り返しゲーム特有の状況を考慮すると、より、広い範囲で協力が発生する可能性があることが示唆される。

3. 戦略表明ゲーム

この節では、囚人のジレンマ状況において自分の戦略を表明する状況を考察する。この場合、裏切り戦略を採用する人は、裏切りをとることを自ら表明するとは考えにくい。なぜなら、裏切りを採用することが対戦相手に知られると、不利益をこうむるからである。そこで、裏切り戦略採用者は、自己の戦略をいつわると考えられる。偽装がうまくいけばいくほど、裏切り戦略は高い利得をあげることができる。しかし、偽装すると、人の戦略を模倣しようと考えているプレイヤーにとって、非常に、わかり難く模倣しにくい戦略となる。したがっ

て、模倣によって、戦略変更が行われるとするならば、利得が高い偽装した裏切り戦略の増加がおさえられる可能性がある。

3.1 節では、繰り返し同じ相手と囚人のジレンマゲームを行うことによって、協力が維持されるための条件を示す。3.2 節では、戦略表明の効果により協力が発生しやすくなることを示す。3.1 節のモデルでは、ほとんど全てのプレイヤーが裏切り行動をとる場合、協力が進化することができないが、3.2 節のモデルでは、そのような状況でも協力が発生することを示す。さらに、条件により、同じ相手と1回きりしか対戦しない状況であっても協力が進化することを示す。

3.1 繰り返し囚人のジレンマゲームの先行研究

この節では、Axelrod(1984)などの繰り返し囚人のジレンマゲームの研究について簡単に紹介する。ここでは、囚人のジレンマ型の利得行列にしたがうゲームを繰り返すとする。

| | | |
|---|---|---|
| | c | d |
| c | r | s |
| d | t | p |

表2 囚人のジレンマ型利得表

ここで、 $t > r > p > s$ が成立していると仮定する。

単純化のため、ALL-D と TFT という二つの戦略しかないという状況を考える。ここで、ALL-D は、常に d を出す戦略であり、TFT は、最初は c を出すが、その後は、相手が1回前に出した手を出すという戦略である。

ALL-D を D、TFT を T と略記して、ALL-D が TFT と対戦したときに得る利得を $U(D, T)$ と表記する。未来係数を w と仮定すると、最初に、TFT が c、ALL-D が d を出して、ALL-D が t の利得をえるが、その後、TFT も ALL-D もともに d を出すために、利得 p をえることから、以下の式が導出される

$$U(D, T) = t + wp + w^2 p + w^3 p + \dots = t + \frac{wp}{1-w}$$

一方、TFT が TFT と対戦した場合、互いに c を出し続け利得 r をえるので

$$U(T, T) = r + wr + w^2 r + \dots = \frac{r}{1-w}$$

である。

よって、 $w > \frac{t-r}{t-p}$ であれば、 $U(T, T) > U(D, T)$ となる。よって、ランダムに出会った相手と

上記の繰り返しゲームを行う状況を想定し、TFT と ALL-D の二つの戦略のみ考えるならば、TFT が ESS となる。

一方、 $U(D, D) = \frac{p}{1-w}$ 、 $U(T, D) = s + \frac{wp}{1-w}$ であるが、 $p > s$ より、任意の w に対して、 $U(D, D) > U(T, D)$ が成立しており、ALL-D 戦略も ESS である。したがって、初期状態において ALL-D が支配的な状況を想定すると、そこから協力解が発生しないことになる。

3.2 戦略表明ゲーム

この節では、自分が採用している戦略を各プレイヤーが宣言している戦略表明ゲームを想定し、この戦略表明効果により、協力が発生しやすくなることを示す。

戦略表明ゲームは、プレイヤーが、自分がどのような戦略であるか宣言しており、戦略は、模倣により伝播していくゲームである。ALL-D などの裏切りの戦略をとっている場合、自分の戦略を偽ることによって高い利得をえることが可能となる。しかし、自分の戦略を偽ると模倣されにくくなる。戦略をうまく偽るほど、その戦略を把握し、模倣することが困難となるからである。一方、協力を生成する TFT のような戦略をとっている場合、正確に自分の戦略を相手に伝える方が利得が高まるため、真の自分の戦略を宣言することになる。この戦略は、模倣しやすい戦略となる。したがって、戦略表明の効果によって、TFT 的な戦略が進化しやすい可能性がある。

3.1 節の囚人のジレンマ型の利得表を用い、戦略表明ゲームについて考察する。3.1 節の ALL-D や TFT のように、 c と d を出す規則を決定する戦略を「行動戦略」とよぶ。どのような行動戦略をとっているかを表明する戦略を「表明戦略」とよび、行動戦略と表明戦略の組を単に「戦略」とよぶ。全てのプレイヤーは、表明戦略に従い、自分の行動戦略を表明しており、すべてのプレイヤーは、その戦略表明を知ることができるとする。真の行動戦略を詐称して、戦略表明を行うことも可能であるが、一定の確率 a で、ウソがばれりと仮定する。たとえば、対戦したプレイヤーが、相手の過去の行動の履歴を入手して、真の行動戦略をする可能性があるとする。逆に、 $1-a$ の確率で、戦略表明の詐称が成功し、他のプレイヤーは、その戦略表明を信じるとする。

行動戦略としては、次の2種類のみを考察する。一つ目は、常に d を出し続ける ALL-D 戦略である。二つ目は、TFT 戦略を拡張した TFT' 戦略であり、戦略表明や外部情報に応じて、次の二通りの行動をとる戦略である。①相手が ALL-D であると戦略表明をした場合、あるいは、ウソを見破り真の行動戦略が ALL-D であることを知った場合には、常に d を出し続けるが、②それ以外の場合は、最初に c を出し、その後、相手の行動を真似る TFT 戦略をとる。すなわち、TFT' 戦略は、相手が ALL-D であると分かった場合は、ALL-D をとるがそれ以外の場合は、TFT をとる戦略である。

次に戦略表明も含めた戦略として次の D' 戦略と T' 戦略の二種類のみを考える。D' 戦略は、「TFT' であると宣言し、実際の行動戦略は ALL-D をとる。」、T' 戦略は、「TFT' と宣言し、実際の行動戦略も TFT' 戦略をとる。」

この D' 戦略と T' 戦略の利得はそれぞれ以下ようになる。T' 戦略の割合を θ^T 、T' 戦略の利得を $B^T(a, \theta^T)$ 、D' 戦略の利得を $B^{D'}(a, \theta^T)$ とおく。定義より、以下のように利得の計算ができる。

$$\begin{aligned} B^T(a, \theta^T) &= \theta^T U(T, T) + (1 - \theta^T) \{aU(D, D) + (1 - a)U(T, D)\} \\ B^{D'}(a, \theta^T) &= \theta^T \{aU(D, D) + (1 - a)U(D, T)\} + (1 - \theta^T) U(D, D) \end{aligned}$$

模倣により戦略の頻度が変化すると仮定するが、表明戦略と行動戦略の組が模倣されるとする。このとき、表明戦略は、全てのプレイヤーにとって明らかであるため正確に模倣することが可能であるが、行動戦略は、誤って模倣される可能性があるとする。たとえば、D'戦略をとるプレイヤーからの影響をうけて模倣する場合、確率 a で真の行動戦略を知ることができ、ALL-D という行動戦略を模倣することができるが、確率 $1-a$ でウソを信じてしまい、表明された行動戦略である TFT'戦略を模倣するとする。一方、T'戦略をとるプレイヤーからの影響をうけて模倣する場合、真の戦略と表明された行動戦略が同じ戦略であるので、つねに、行動戦略は TFT'戦略を模倣する。

このとき、模倣者からみた T'戦略、D'戦略の利得は、以下のとおりである。

$$I^{T'}(a, \theta^{T'}) = \frac{\theta^{T'} B^{T'}(a, \theta^{T'}) + (1 - \theta^{T'}) (1 - a) B^{D'}(a, \theta^{T'})}{\theta^{T'} + (1 - \theta^{T'}) (1 - a)}$$

$$I^{D'}(a, \theta^{T'}) = B^{D'}(a, \theta^{T'})$$

2節の模倣学習モデルと同じモデルを想定すると以下の式が成り立つ。

$$\frac{d\theta^{T'}}{dt} = \beta \left\{ \frac{I^{T'}(a, \theta^{T'}) \{ \theta^{T'} + (1 - \theta^{T'}) (1 - a) \}}{I^{D'}(a, \theta^{T'}) (1 - \theta^{T'}) a + I^{T'}(a, \theta^{T'}) \{ \theta^{T'} + (1 - \theta^{T'}) (1 - a) \}} - \theta^{T'} \right\}$$

このモデルでは、 a が大きいほど T'戦略の実際の利得 $B^{T'}(a, \theta^{T'})$ が大きくなり $B^{D'}(a, \theta^{T'})$ は小さくなる。そのため、 a が大きいほど T'戦略にとって有利になるという面がある。その一方、 a が小さくなると、模倣者は、勘違いして D'戦略に出会っても T'戦略を採用してしまうという確率が増加する。そのため、 a が減少したとしても T'戦略に有利になる面がある。つまり、 a の値にかかわらず、3.1節のゲームより協力が発生しやすい構造になっている。実際、次の定理が示すように、一定の条件のもとで a の値に関わりなく、T'戦略が増加する。

定理 1

$U(T, T) > U(D, D)$ 、 $U(D, T) > U(D, D)$ 、 $U(D, D) > U(T, D) > 0$ 、 $w > \frac{t-2p}{t-p}$ であるならば、任意

の $a \in [0, 1]$ 、 $\theta^{T'} \in (0, 1)$ に対して、 $\frac{d\theta^{T'}}{dt} > 0$ である。

(証明は付録)

ここで、 $U(T, T) > U(D, D)$ 、 $U(D, T) > U(D, D)$ 、 $U(D, D) > U(T, D)$ という条件は、囚人のジレンマゲームを想定すると、任意の未来係数 w について成り立つ条件であり、また、 $U(T, D) > 0$ は、模倣するときに負の影響を受けないための自然な条件であり、実質的条件は、 $w > \frac{t-2p}{t-p}$ のみである。したがって、定理 1 は、強い結果である。3.1節のモデルでは、ALL-D

戦略も ESS であったが、この定理の条件が満たされるとき、ALL-D に対応する D'戦略はもはや ESS ではない。よって、任意の初期値から出発して、T'戦略が全体を占める状況になる

ことが示されている。さらに、上記の定理 1 では、3.1 節のゲーム状況において TFT が ESS であるために必要だった $U(T,T) > U(D,T)$ という条件も必要ではなくなっている。その上 $t - 2p < 0$ であれば、未来係数 w が 0 で 1 回きりのゲーム状況であっても、T 戦略が全体を占める状態のみが均衡となる。

4. 議論

「生物系」、「経済系」、「文化進化系」どの進化ゲーム理論も社会学における中心的問題である社会的ジレンマについて寄与することができる。

「生物系」の進化ゲーム理論は、主に、人間以外の生物の行動を分析するために構築された理論体系であるが、人間が抱える社会的ジレンマ問題に対しても貢献することができる。なぜなら、人間は生まれながらにして社会的動物であり、生まれながらにしてなんらかの協力性向を持っていることは確かであり、それが、社会的ジレンマ解決の上で重要な要因となっているからである。すなわち、先天的な人々の協力性向や他の人から評価されたいという欲求などが、社会的ジレンマを解決するための重要な要素であるとするならば、そのメカニズムを分析し、未だ解決されていないジレンマ問題に応用することも可能であると考えられる。

経済系の進化ゲーム理論による社会的ジレンマ問題に対するアプローチも数多くなされている。たとえば、Axelrod (1984) は、繰り返し囚人のジレンマゲームにおいて、TFT が集団安定であることを示した¹⁴⁾。また、Cho & Matsui (2003) は、一定の限定合理性を仮定して、協力解のみが均衡解となりうることを示した。

このように、「文化進化系」のみが社会的ジレンマを分析する分析ツールではないが、2 節と 3 節で示したように、「文化進化系」の進化ゲーム理論には、比較的容易に社会的ジレンマ状況における協力の発生を説明することができるという利点がある。また、社会的ジレンマ解決の上で文化的側面が重要な役割を果たしているならば、この手法は有効であると考えられる。

また、社会的ジレンマ研究は、協力をどのように発生させるかが問題であるというより、むしろ、「どの単位の集団における協力が発生するか」という次の問題も同時に取り組んでいく必要がある。たとえば、競争入札において、落札価格を低下させるように談合を行う行為は、入札する業者という集団に対しては、社会的ジレンマ状況における協力的行為である。しかし、一方で、競争入札を行う政府や納税者という集団から見ると明らかな裏切り行為である。したがって、社会的ジレンマ状況における協力の発生を示しただけでは不十分であり、どの単位の集団に対する協力を発生させるかが問題となる。たとえば、3 節では、小さな集団が複数ある状態ほど協力が発生しやすいことが示されているので、競争入札に参加する業者の所在地を一定の地域に限定するなどして、小集団を形成させるより、電子入札などを用いて多くの業者が参加でき、集団の規模が大きくなるほど、談合などが起こりにくいことが理論的にもわかる。このように、社会的ジレンマの詳細を分析するためには、様々な角度からアプローチすることが重要であり、より広い適用範囲をもつ文化進化系の進化ゲーム理論

がもつ重要性は高いと考えることができる。

【付録】

定理 1 の証明

まず、記号を整理する。 $U(D,D)=\delta$ 、 $U(T,D)=\delta-\kappa$ 、 $U(D,T)=\delta+\gamma$ 、 $U(T,T)=\delta+\tau$ とおくと、 $U(T,T)>U(D,D)$ 、 $U(D,T)>U(D,D)$ 、 $U(D,D)>U(T,D)>0$ より、 $\delta>0$ 、 $\gamma>0$ 、 $\tau>0$ 、 $\kappa>0$ で、かつ $\delta>\kappa$ である。さらに、 $w>\frac{t-2p}{t-p}$ を仮定すると、 $2U(D,D)>U(D,T)$ より、 $\delta>\gamma$ が導かれる。

$$F(a, \theta^T) = I^T(a, \theta^T) \{ \theta^T + (1 - \theta^T)(1 - a) \} - I^{D'}(a, \theta^T) a \theta^T \text{ とおく。}$$

$$\frac{d\theta^T}{dt} = \frac{\beta F(a, \theta^T)(1 - \theta^T)}{I^{D'}(a, \theta^T)(1 - \theta^T)a + I^T(a, \theta^T) \{ \theta^T + (1 - \theta^T)(1 - a) \}} \text{ なので、} F(a, \theta^T) > 0 \text{ のとき、} \frac{d\theta^T}{dt} > 0 \text{ である。}$$

あるので、 $F(a, \theta^T) > 0$ を示せばよい。

$$F(a, \theta^T) = \{ \theta^T B^T(a, \theta^T) + (1 - \theta^T)(1 - a) B^{D'}(a, \theta^T) \} - B^{D'}(a, \theta^T) a \theta^T$$

$$= \theta^T B^T(a, \theta^T) + (1 - a - \theta^T) B^{D'}(a, \theta^T)$$

$F(a, \theta^T)$ を δ 、 γ 、 τ 、 κ を使って書くと以下のようになる。

$$F(a, \theta^T) = \gamma \theta^T a^2 - (2\gamma \theta^T - \gamma \theta^{T^2} - \kappa(1 - \theta^T) \theta^T + \delta) a + \theta^T (\gamma - \kappa) + \theta^{T^2} (\tau + \kappa - \gamma) + \delta$$

このように、 $F(a, \theta^T)$ は、 a についての2次関数である。そこで、 a の軸の位置について調べる。軸の位置 $\pi(\theta^T)$ は、以下の値となる。

$$\pi(\theta^T) = \frac{(2\gamma \theta^T - \gamma \theta^{T^2} - \kappa(1 - \theta^T) \theta^T + \delta)}{2\gamma \theta^T}$$

ここで、

$$\frac{d\pi(\theta^T)}{d\theta^T} = -\frac{1}{2} + \frac{1}{2\gamma} \left(\kappa - \frac{\delta}{\theta^{T^2}} \right)$$

よって $\frac{d\pi(\theta^T)}{d\theta^T}$ は、 $\theta^T = 1$ のときに最大値をとるが $\left. \frac{d\pi(\theta^T)}{d\theta^T} \right|_{\theta^T=1} = -\frac{1}{2} - \frac{1}{2\gamma} (\delta - \kappa) < 0$ である。従

って、常に $\frac{d\pi(\theta^T)}{d\theta^T} < 0$ である。すなわち、 $\pi(\theta^T)$ は $\theta^T = 1$ のときに最小値をとるが、

$$\pi(1) = \frac{\gamma + \delta}{2\gamma} = \frac{1}{2} + \frac{\delta}{2\gamma} > 1 \text{ となる。ここで最後の不等号は、} \delta > \gamma \text{ から得られる。}$$

さて、 a は0から1の間の値であるが、軸が1より大きいと、 a^2 の係数が正であることを考慮すると、 $F(a, \theta^T)$ は $a=1$ のとき最小値をとるが、 $F(1, \theta^T) > 0$ であるため、 $F(a, \theta^T) > 0$ である。

(証明終わり)

【注】

- 1) 松井 (2002) のように、経済系の理論の中の模倣学習を仮定した進化ゲーム理論と生物系の進化ゲーム理論のみを進化ゲーム理論とよび、経済系の中で最適反応動学などを仮定した理論を社会

- ゲームとよぶ立場もある。しかし、本論文では、進化ゲーム理論を広い意味で使用する。
- 2) 進化ゲーム理論における「進化」とは、「変化」を意味し、「進歩」といった意味合いは含まれていない。
 - 3) 物質的利得の解釈としては、二通り考えられる。一つは、生物的側面に着目した解釈で、多くの子供をもつことを可能とする要因が物質的利得であるとする解釈である。この解釈では、食べ物など、子供を育てるのに必要な財を多く保有することが可能であるほど利得が高いとする。現代では、所得が高く子供を育てるのに必要な財を多く保有することが可能であっても、子供を多く持つとは限らないが、古代には、そのような要因が実際の子供の数を決める大きな要因で、あった可能性があるからである。もう一つは、経済的側面に着目した解釈で、市場価値で測った、財の保有量やサービスの消費量とするものである。
 - 4) 生物系進化ゲームでは、通常、子供の数が利得であり、これは必ずしも経済学でいうところの物質的利得とは一致しない。さらに、文化進化系のゲーム理論においても、生物系の進化ゲームの類推に従って、戦略や選好が次の世代にどの程度広まるかを利得と呼ぶこともある。しかし、本論文では、経済系の進化ゲーム理論に合わせ、利得を物質的利得の意味でのみ使用する。
 - 5) Weibull (1995, p.144) では、この性質を利得単調性 (payoff monotonicity) とよんでいる。
 - 6) ここで、教育は広い意味で用いており、自分の行動に関することを語るなどし、人に自分と同じ行動をとる誘引を与える行為一般をさす。
 - 7) この他、進化ゲーム理論ではないが、高増明・松井暁 (1999) のように、選好の変化を考慮する議論がある。
 - 8) ここで、多数派同調効果とよばれている効果は、Leibenstein (1950) のバンドワゴン効果とほぼ同一の効果である。多数派同調効果は、物質的利得が多少低くても、多数派に同調することによって精神的な効用が高まるとする効果である。バンドワゴン効果も同じ意味で使用されることが多いが、多数派と同じ行動をとることで物質的利得が上昇する場合についてもバンドワゴン効果という用語を用いる場合があるため、ここでは、バンドワゴン効果の代わりに多数派同調効果という言葉を用いる。
 - 9) このモデルについては Weibull (1995, p.158) に記述がある。
 - 10) 本来、確率的現象であるが、プレイヤーの人数が十分に大きい場合は、この仮定が近似的に成立する。
 - 11) 各戦略があげる利得は、確率変数であるが、ここでもプレイヤーの数が多く、戦略変更を検討する人の数も十分に大きい、あるいは、十分に多くの対戦をしていると仮定して、期待利得を用いた近似を行っている。このような近似は、進化ゲーム理論の動学モデルで、よく使われる方法であるが、近似である点には注意が必要である。
 - 12) 通常、経済系の進化ゲーム理論では、物質的利得と影響力が比例関係にあるとするのが一般的であるが、物質的利得に対する効用関数を想定し、限界効用逓減を仮定し、比例関係ではないとすることも可能である。しかし、このような仮定をした場合であっても、利得が大きいほど、影響力が大きいという利得単調性が仮定されている。
 - 13) ここで、C 戦略が多い場合には、多数派同調効果により C 戦略の影響力が増加するので、 $I^C(1)/I^D(1) > B^C(1)/B^D(1)$ である。一方、C 戦略が少なく、D 戦略が多い場合には、多数派同調効果により D 戦略の影響力が増す。よって、 $I^C(0)/I^D(0) < B^C(0)/B^D(0)$
 - 14) 集団安定と ESS は、少し異なる概念である。

【文献】

- Asch, S. E. 1956. "Studies of Independence and Conformity: A Minority of One Against a Unanimous Majority." *Psychological Monographs : General and Applied* 70 : 1-70.
- Axelrod, R. 1984. *The Evolution of Cooperation*. NY, Basic books.
- Bisin, A. & V. Thierry. 2001. "The Economics of Cultural Transmission and the Dynamics of Preferences." *Journal of Economic Theory* 97: 298-319.
- Boyd, R., and P.J. Richerson. 1985. *Culture and the Evolutionary*. Chicago : University of Chicago Press.
- Cho, I. and A. Matsui 2003. "Learning Aspiration in Repeated Games." mimeo.
- Friedman, D. 1991. "Evolutionary Games in Economics." *Econometrica* 59 : 637-66.

- Kandori, M., J.G. Mailath., and R. Rob, 1993. "Learning, Mutation and Long run equilibrium in games." *Econometrica* 61(1) : 29-56.
- Leibenstein, H. 1950. "Bandwagon, Snob, and Veblen Effects in the Theory of Consumers' Demand," *Quarterly Journal of Economics* 64: 183-207.
- 丸田利昌. 2002. 「進化ゲーム理論とは何か」 『経済セミナー』 12月号 : 70-77.
- 松井彰彦. 2002. 『慣習と規範の経済学』 東洋経済新報社.
- Maynard Smith, J. and G. R. Price. 1973. "The logic of animal conflict." *Nature* 246, 15-18.
- 七條達弘. 1998. 「時間遅れのある伝播モデル」 『理論と方法』 13(1) : 75-91.
- Shichijo, T. and J. Kobayashi. 2002. "Diffusion of Protestantism and Capitalism: Macro Dynamics of Weber's Micro Argument." Discussion Paper. Institute for the Study of Cooperative Relations, Utrecht University. Utrecht, Netherlands.
- 七條達弘・小林盾. 2003. 「宗教倫理と資本主義の発達：ウェーバー」 『社会学の古典理論』 印刷中.
- 高増明・松井暁. 1999. 『アナリティカル・マルキシズム』 ナカニシヤ出版.
- Weber, M. 1905. *Die Protestantische Ethik Und Der Geist Des Kapitalismus*. 大塚久雄訳 1989 『プロテスタンティズムの倫理と資本主義の精神』 岩波文庫.
- Weibull, J.W. 1995. *Evolutionary Game Theory*. London, The MIT Press.

【謝辞】

匿名の審査者から多くの有益のコメントを頂いた、ここに記して感謝いたします。本論文は、『理論と方法』（2003年 Vol.18 No.2 P169～183）に掲載された「文化進化系進化ゲーム理論による社会的ジレンマ分析」（七條達弘著）を数理社会学会の許可をえて転載したものである。

(受稿 2003年5月6日/掲載決定 2003年9月6日)

An Analysis of Social Dilemma with Evolutionary Game Theory of Cultural Evolution

Tatsuhiko SHICHIJO

Osaka Prefecture University

1-1 Gakuencho, Sakai city, Osaka 599-8531, Japan

There exists three categories in evolutionary game theory, evolutionary game theory of biology, that of economics, and that of cultural evolution. Evolutionary game theory of cultural evolution derives from evolutionary game theory of economics. In that of economics, they suppose strategy which earn better payoff would spread in the group. But, evolutionary game theory of cultural evolution can treat the situation in which the supposition isn't satisfied. It can treat the case in which there exists frequency dependent bias and effect of strategy manifestation. In this paper, we use this two situations to construct models which explain origin of corporation in social dilemma. One of these models, we show corporation can spread in social dilemma situation, even if it is not repeated game.

Keywords and phrases: evolutionary game theory, social dilemma, frequency dependence, strategy declaration, cultural evolution

(Received May 6, 2003/Accepted September 6, 2003)

秩序問題としての社会的ジレンマの一般性

——《二重の選択性》の視点から——

武藤 正義
(東京工業大学)

【要旨】

本稿の目的は、左古（1998）によって特殊な状況とされ、それゆえ秩序問題としての懸案性に疑問が投げかけられている社会的ジレンマが、じつはきわめて一般的な状況の構造であることを示すことにある。具体的にはまず、Luhmann（1972）の「二重の選択性」に依拠して、社会秩序を、特定の行為選択肢集合の範囲内にある相互行為そのものの成立として捉える。さらに、左古自身に依拠して、なんらかの理由で行為選択肢集合の偶有性を行為者が知覚したとき、この行為者に当の相互行為が行為選択肢集合というルールをもつ（規範的な）社会秩序として現れる、と考える。そして相互行為が価値を孕むとき、ルールから「逸脱しない／逸脱する」という各行為者によるメタ位の選択状況が、Dawes（1980）定義の社会的ジレンマとして見出せる。このとき、価値を孕む相互行為は遍在するゆえ、社会的ジレンマは一般的な状況の構造といえるのである。

キーワード：社会秩序，行為選択肢集合，ルール

1. はじめに

数理社会学者は、ゲーム理論を用いて、Parsons（1937=1974-89）のいうホッブズの秩序問題を「社会的ジレンマ」として定式化してきた¹。さしあたり社会的ジレンマとは、3人以上での囚人のジレンマのこととしておく²。このような秩序問題へのゲーム理論的アプローチのメリットとデメリットについては、盛山和夫が簡潔にまとめている。

ゲーム論的な定式化は、状況をきわめて特定の限定することによって公共の利益概念

¹ 盛山・海野（1991）参照。他には Runciman & Sen（1965）、Taylor（1987=1995）、Coleman（1990=2004: 11章）、土場（1992）、数土（2000, 2001）、大浦（2003）など。

² 社会的ジレンマは、抽象的な秩序問題だけでなく、もっと具体的な多くの社会問題、たとえばゴミ問題（中野 1996）、環境問題（船橋 1989）、交通問題（藤井 2003）などに共通にみいだせる構造のモデルとして利用されている。また、社会問題の解決にむけた社会運動のモデルとしても利用されている（佐藤 1998）。このように社会的ジレンマは、社会問題に複合的にかかわっており、この両研究分野の交流がすすんでいる。もっとも、社会的ジレンマは、Hardin（1968）の「共有地の悲劇」という社会問題に由来するから、この交流は自然な流れではある。

を適用しやすくし、そのように限定された課題に関する論理的な分析を可能にした、と位置づけることができる。と同時に、そこには、ゲーム論的アプローチの帰結がどこまで一般化できるかという問題が残されている。(盛山・海野 1991: 19, 傍点は引用者)

さらに左古輝人は、詳しくは後述するが、この限定性によってゲーム理論的アプローチが秩序問題の懸案性を大きく損なっていると考えている(左古 1998: 16)。

このように、社会的ジレンマは特殊な状況にすぎないと考えられてきた。しかし、じつは社会的ジレンマは、従来考えられてきたよりもはるかに一般的にみいだされる状況の構造なのである。本稿の目的は、このことを明らかにすることにある。

ただし本稿は、従来考えられてきたように社会的ジレンマを、社会の「起源」の問題としても、またそれとは対照的な「社会問題」としても考えない。本稿はゲーム理論とエスノメソドロジーにおいてそれぞれ別々に議論されてきた秩序問題を、統一的に理解できる枠組みを提示する。結論を先取りしていえば、社会秩序を「相互行為が遂行されることそれじたい」として考えることで、社会的ジレンマを相互行為のルールの成立問題として位置づけられるのである。つまり、社会的ジレンマは、いわばメタ位のゲームとして把握できる。

なお、社会問題研究を批判する意図はまったくない。ただ本稿は、いわゆる「社会問題」とどまらない社会的ジレンマ概念のもつ豊饒性と一般性を認識することにねらいがある。

本稿の構成は、以下のとおりである。2節では社会的ジレンマと秩序問題に対する先行研究をとりあげる。3節ではゲームの外部という観点からルールを考える。4節はまとめである。

2. 先行研究：社会的ジレンマと秩序問題

2.1 社会的ジレンマの定義

社会的ジレンマは、最も一般的には、「個人的合理性」と「社会的合理性」という二水準の合理性が乖離する状況とされる(木村 2002: 20)。ここで、社会的合理性は、平等性・公平性などでもありえるが、ふつうはパレート効率性として考えられている。

その一方、個人的合理性は、しばしば最適戦略として考えられている(行為選択肢は戦略とよばれる)。また、ゲーム理論では、だれもが最適戦略をとりあつた状態すなわちナッシュ均衡が、定常的に実現されると考える。したがって、ナッシュ均衡は個人的合理性の象徴である。ただし、ゲームには一般に複数のナッシュ均衡が存在する。よって、「すべてのナッシュ均衡がパレート非効率」、言い換えれば**効率的均衡がない状況**が、個人的合理性と社会的合理性の乖離する状況としての社会的ジレンマをうまく表現していると考えられている(木村 2002: 23)。

しかし、じっさいの多くの社会的ジレンマ研究では、「協力」と「非協力」とよばれる2つの選択肢しかないより限定的なゲームが用いられている。このゲームでは、「非協力」はいつでも「協力」より個人的にはよい結果をもたらすが、「非協力」を全員がとつた場合よりも「協力」を全員がとつた場合のほうがだれにとってもよい(Dawes 1980)。つまり、だれもが利己的に行動して非協力をとると、パレート非効率に陥る。本稿ではこの状況を「**Dawes 定義**の

社会的ジレンマ」とよぶ。有名な囚人のジレンマは、この状況の2人版である。

2.2 秩序問題としての社会的ジレンマに対する左古の批判

秩序問題とは、ともにもっともらしい「**自由な個人**」と「**社会秩序**」が両立しそうにないゆえに、それらをいかに両立させるのか、あるいは現にいかに両立しているのかを問う問題である（佐藤 1993: 134, 左古 1998: 6-7）。さしあたり、「自由な個人」は**可能な複数の行為選択肢**を、「社会秩序」は社会状態（＝行為の組）の**規則性**を意味するとしよう。ただし、規則性は、行為者が遵守すべきと思っている規則すなわちルールとは異なる、単なる定常性である。

上述したように、（二水準の合理性の）「乖離」の問題としての社会的ジレンマは、Parsons（1937=1974）のホブズ的秩序問題のゲーム理論的定式化として考えられてきた。しかし、左古（1998）はこのことに批判的である。左古の言い分を敷衍すればつぎのようになる。秩序問題は「乖離」のあるなしにかかわらず、自由な個人と社会秩序の双方を認めるならば、すべからく「切実」と思えるような問題である。しかし、秩序問題＝社会的ジレンマと考えるならば、しばしば現実に存在する「乖離」のない状況では、秩序問題がありえず、秩序問題を切実なものとして感じられなくなってしまう。よって、秩序問題を社会的ジレンマとしてみなすことは、秩序問題の懸案性を失わせる。

この左古の批判は、ゲーム理論家がなぜ社会的ジレンマとしての秩序問題を探求するのかという根拠をきちんとした形で示していないことに由来していると考えられる。無数の状況のうち、なぜ社会的ジレンマだけが問題にされるのか。結局、本稿の作業はこの問いに答えることにほかならない。結果として、きわめて限定的にみえる Dawes 定義の社会的ジレンマ（2人の場合には囚人のジレンマ）が、特別な意味をもつことがわかる。

2.3 秩序問題への意味アプローチと切断アプローチ

ゲーム理論的アプローチを批判する左古自身は、秩序問題に対するルーマンとライターによる「意味アプローチ」（Luhmann 1981=1985, Leiter 1980=1987）と「ホブズ的アプローチ」（Hobbes 1651=1971）を結びつけることで、秩序問題の（解決ではなく）解明を試みている。

● 意味アプローチ

左古（1998: 31）によれば、「意味アプローチ」（ルーマンおよびライター）にとって、「自由な個人」とは、物事を多様に意味づける、**意味を解釈する個人**である。意味は、事象に対して、常に過剰である。「ゴミを路上に捨てる」という行動には、なにがゴミか、どこが路上か、といったさまざまな解釈の余地がある。つまり、私たちは事象をさまざまに解釈できる存在なのである。

ところが、私たちは日常的には、「ゴミを路上に捨てる」という行動が単一の意味をもって信憑している。したがって、意味アプローチにとって、「社会秩序」とは、行為者自身が有している、他者の行動が**単一の意味をもつという信憑**にほかならない。よって、ここでの秩序問題とは、本来的に多様な意味づけをしよう個々人が、他者の行動に単一の意味を付与するのはいかにして可能か、ということである。

● 切断的解明

左古によれば、意味アプローチ (Leiter 1980=1987) の想定する「意味を解釈する個人」とは、「日常的悟性の持ち主」すなわち日常的な行為者であるという。しかし左古は、これに反対する。日常的悟性の持ち主は、「本来可能なはずの複数で過剰な意味」を意識していないからである (左古 1998: 32)。

行為者が、自身を含む当の相互行為を認識し解釈するのは、端的には不可能なはずだ。なぜなら、認識主体が認識対象でもあるという「循環」があるからだ。行為者が自身の相互行為を認識するには、この「循環」が切断されていなければならない³。この切断によってはじめて行為者は、「複数で過剰な意味」を意識するようになる。つまり、「自由な個人」すなわち意味アプローチのいう「意味を解釈する個人」とは、「**循環**」から切断された個人のはずである。ただし、そのような切断がいかんにして可能となるのかは自明ではない。

左古はこの切断には2つのタイプがあることを示す (ibid: 181)。ひとつは、いわば**単独的**なもので、現実社会を偶有的なものとする19世紀以降の社会学者の体験である (行為者は社会学者であってもよい)。もうひとつは、いわば**集合的** (強制的) なもので、17世紀イギリスにおける「内乱」という現実の社会秩序の崩壊を受けてのホッブズの体験である。ホッブズにおけるこの切断は、「集団が解体され崩壊する」事態であり、同時にあらゆる行為可能性が開かれる (ibid: 179)。これを左古は「恐慌」とよんでいる (ibid: 177)。この恐慌の只中では、人は社会秩序を「藁をも掴む」気持ちで信仰し、構想しつづけるしかない (ibid: 193)。そして、このような**恐慌への対処**こそが、当初の秩序問題だったのである (ibid: 193)。なお、単独的な切断、集合的な切断は本稿の言い方であって左古のものではない。

以上を規則と規則性という用語を用いて、言い換えてみよう。「循環」のもとにある行為者は、ふつう社会秩序を規則としても規則性としても意識していない (左古 1995)。つまり、「循環」のもとにある行為者にとって、社会秩序は「自明な前提」である。一方、「循環」から切断された行為者は、まず、社会秩序を当為である「規則」として認識し、ついで、「循環」の只中にいた過去の自分にとっては社会秩序が当為を含まない「規則性」であったことを、事後的に認識する (ただしこのような認識は、行為者にとっておぼろげなものかもしれない)。これは、意味アプローチのいう社会秩序 = 「単一の意味への信憑」という同一平面的な事柄を、存在と当為という二平面に置き直したものといえよう (ibid: 156-7)。以上の左古による秩序問題の解明を、本稿では「切断的解明」とよんでおく。

3. 「切断的解明」のゲーム理論的解釈

3.1 行為選択肢集合の偶有性への知覚

● ゲームの外部

³ 左古の用語系では、ここでの行為者は「当事者」といわれる。これは、左古が行為者の概念を、後に本稿でいうゲームの外部を意識した者に限定しているためである。

前節にみた左古の切断アプローチは、じつは以下のようにして、ゲーム理論的に解釈することができる。日常的に私たちは、無愛想でもなければ、「おはよう」といわれれば「おはよう」といい返す。このとき私たちは、可能な行動全体をいちいち考えたりせず、特定の行動をある**自明な**行為選択肢集合の下で選択することで(たとえば、声の大きさなどの調整範囲において)相互行為している。

したがって、「おはよう」といわれて、「いただきます」といい返したりすることは、可能ではあってもふつうは思いもよらない。このとき、このようなほかの可能な行動への単独的な「気づき」、あるいは実際にそうされたことでの強制された認知は、「循環」を切断するものである。つまり、この**行為選択肢集合の偶有性**の知覚によって、相互行為の中にいるはずの行為者は、あたかもその相互行為の外部に立つかのようにして、状況を多様に意味づけ、意味を解釈する自由な個人になる⁵。

行為選択肢集合は、行為の前提となり、行為の前後で不変なものとしての構造、すなわち「ゲームのルール」の要素として与えられる⁶。そして、ゲーム(のルール)は基本的に、①行為者(プレイヤー)、②行為選択肢集合(戦略集合)、③利得関数(利害関係)の3つ組で与えられる(岡田 1996: 20)。注目すべきは、行為選択肢集合が予め与えられるということは、ゲームのルールの外、すなわち**ゲームの外部**が存在するということである。これはルーマンのいう「**二重の選択性**」に相当する(Luhmann 1972=1977: 48, 佐藤 1988, 石原 1993)。

● 外部のある広義ゲームとしての社会秩序

行為者自身が、自分たちの行為選択肢集合を偶有的なものとして受け止めるとは、ゲームの外部を意識することにほかならない。このとき、意味アプローチのいう社会秩序=単一の意味への信憑とは、所与のゲームのルール(利得関数と行為選択肢集合)への盲従あるいは尊重として解釈できる。ここでいう**盲従**とは、ゲームの外部を意識しないために自動的にルールの範囲内で行為することであり、**尊重**とは、その外部を意識してなお、所与のゲームのルールの範囲内で行為することである。行為者が「循環」の内部にいる場合が盲従であり、そこから切断された場合が、尊重である(尊重は明らかに当為である)。

「循環」から切断された行為者は規則としての社会秩序を見出すが、この社会秩序は所与としてのゲームそのものであると解釈できる。そこで、**社会秩序とは、外部のある広義ゲームが営まれること**、と定義する。ここでいう「広義ゲーム」とは、①行為者と②行為選択肢集合の組である(この組が広義ゲームのルールである)。つまり、ふつうのゲームと異なり、利得関数を欠いてよい。注意点を3点あげる。

⁴ この「切断」は、今田(1986: 229)がいうように、自己の行為の「意図せざる結果」によって主にもたらされるだろう。なお、左古(1995)によれば、意図せざる結果によって、デュルケムのいう当人には動かしがたい「社会的事実」(社会秩序)が、意図した当人に顕在化する。

⁵ 今田(1986: 264)の自省的行為における「規則に従うことの意味を考える」ことは、この行為選択肢集合の偶有性を知覚することを前提にしていると考えられる。

⁶ 宮台(1985)は、行為選択肢集合を、「選択領域」とよんでいる。また、佐藤(1988)は、同じものを「被構成選択肢集合」とよんでいる。

1. ゲーム理論の利得関数はかなりきつい仮定であるから、これを必ずしも必要としない広義ゲームは、単なるゲームに比べ、その扱う対象が大幅に拡大する。たとえば、利得とは関係がなさそうな「おはよう」という挨拶行為がうまく扱える。つまり、外部のある広義ゲームは、なんでもありというわけではない日常的な相互行為一般に一致する。
2. 社会秩序を外部のある広義ゲーム（＝日常的な相互行為）そのものとみなすということは、社会秩序をさまざまレベルで適用できる操作的な概念として扱うことを意味する。ホップズは、社会秩序を「平和」とみなしたが、エスノメソドロジーは、社会秩序を「日常性」とみなしている（Garfinkel 1963）。これらを本稿の用語でいえば、平和は国家権力以外の暴力や欺瞞を禁止した広義ゲームであり、日常生活は、さまざまな生活規則からなる広義ゲームである。このように、外部のある広義ゲームという概念を用いることで、社会秩序概念全体をカバーすることができる。
3. だれがプレイヤーなのか、というメンバーシップの問題は、社会階層のような大規模な社会秩序にとっては重要だが、これは本稿の課題をはるかに超えるので所与としておく。したがって、本稿で扱う**広義ゲームのルールは、行為選択肢集合のみからなる**。よって、広義ゲームの外部とは、当該の行為選択肢集合の外部を意味する。なお、外部のない広義ゲームを考えることもできるが、これについては3.3節で述べる。

さて、意味アプローチ的にいえば、時間を分析的に考慮しないとき、社会秩序は、行為選択肢集合が役割カテゴリーのような「意味」によって限定されていることとして記述できる。さらに時間を考慮すれば、社会秩序は、当該の行為選択肢集合の**各行為に対して、特定の行為選択肢集合を指定する**ようなルールすなわち**接続規則**が見出せるもの（便宜的に「コミュニケーション」とよんでおく）として記述できる⁷。しかし、このコミュニケーションも、利得が明示されない「展開型広義ゲーム」としてゲーム理論的に解釈できる。つまり、本稿における「行為選択肢集合の限定」は、この行為の接続規則をも意味するものとする。

付言しておくが、行為選択肢集合は刻々と変化するのだが、その背景には接続規則があり、このような構造が、一瞬で消滅する行為に対してその意味（社会秩序）を持続させる前提になっている。しかし広義ゲームの行為選択肢集合そのものは、瞬間的な行為の前後で固定されるだけで、行為毎につきの行為選択肢集合が開示されるがゆえに、このコミュニケーションも、その断面である行為選択肢集合も、ほとんど無限の形態をとりうる。したがって、他者の行為選択肢集合とそれへの私の予想が一致するというようなことが問題なのではなくて、単に行為選択肢集合という枠の存在がここでは問題なのである。もちろん、枠そのものはコミュニケーションの中でつねに変化する。しかしながら、その行為の瞬間ごとの枠が行為と社会秩序を意

⁷ 本稿のコミュニケーション概念は、いわば1次的なもので、「なにが行為であるかを定めるのもまたコミュニケーションである」というときのコミュニケーション概念（1次的なコミュニケーションに言及するいわば2次的コミュニケーション）とは次元が異なる。

味あるものになっているのである。

なお、通常のゲーム理論では、一般に、社会秩序をゲーム内部の**ナッシュ均衡**として考える（鈴木 1999）。たとえば、寡占市場における均衡がそうだ。しかしここでは、既にゲームという構造、すなわち法律や競争倫理によって整備された市場という社会秩序が前提されている。たとえば、ライバル企業の工場を爆破するといった行為は禁止されている。社会的には、そのような寡占市場というゲームそのものを偶発的な社会秩序として捉え直す必要がある。

ところで、定義上、社会秩序（＝外部のある広義ゲーム）は広義ゲームのルールが盲従ないし尊重されることによって支えられている⁸。したがって、社会秩序がいかんにして可能かと問うことは、広義ゲームそのものがいかんにして可能か、つまり**広義ゲームのルールはいかにして可能か**と問うことに等しい。次節ではこのことを議論しよう。

3.2 単一の意味という信憑と社会秩序の崩壊

Durkheim (1895=1978), Luhmann (1972=1986), 橋爪 (1985) など多くの社会学者が、ルールに着目してきた。ルールは憲法、法律、企業の定款、約款など、多くの場合、明文化されている。礼儀作法のマニュアルなどもルールの明文化だろう。また、スポーツや遊戯のゲームなども明文化された公式のルールというものがある。

このように、ルールは明文化され、流布されることで、「公式的なルールの知識」（佐藤 1988）となる⁹。社会のなかの行為者は、これらの公式のルールの知識を尊重あるいは盲従する。具体的には、他者の行為の意味を同定したり、自分の行為がどうみられるかを予期したりするさいにこのルールの知識が使われる（他者が主観的に従う行為規則を知ることはできないため）。すくなくとも、このルールの知識は、Garfinkel (1963: 209) のいう「構成的期待」を強化する¹⁰。それゆえ、たとえば私たちは、医者役割のようなものに単一の意味があるかのように信憑することができる。この**単一性の信憑**によってはじめてルールはルールとして機能し、広義ゲームが成立する。

たとえば、**ジャンケン**という（広義）ゲームでの行為選択肢集合は{グー、チョキ、パー}の3つであり、それ以外のたとえば「指3本」とか「殴りかかる」というのはルール違反であ

⁸ 盛山 (1991: 26) は規範すなわちルールにはすくなくともつぎの3つのタイプがあるとされている。

(1) 内面的な命令として、あるいは外面的なサンクションによって行為を統制するもの。

(2) 自然的あるいは社会的世界を概念的に整除し、意味づけるもの。

(3) 個人行為のあるいは社会状態の理想、価値、目標を与えるもの。

ゲーム理論のゲームのルールは、常に(1)でも(2)でも(3)でもあるが、広義ゲームのルールは(3)が除かれる場合がある。

⁹ 現実にはルール対ルールという象徴闘争があるが、その闘争もまたなんらかのルールに制約されている。

¹⁰ 構成的期待とは、(a) 可能な選択しのうちから・・・を期待する、(b) それが自分に妥当するのと同様に、他者にも妥当すると期待する、(c) こちらが、それが他者にも妥当すると期待しているように、「他者もそれがこちらに妥当すると期待している」と期待する、という3つの期待のセットである（Garfinkel 1963: 209, 浜 1997: 94）。

る。それらはゲームの外部である。もっとも厳密には、他者の主観的な行為選択肢集合が本当に{グー, チョキ, パー}なのかは知ることはできない。もしかすると「指3本」も入っているのだが、たんに戦略的に使わないだけなのかもしれない。しかし、このような可能性は無数にあるから、結局、わたしたちは他者の行為を{グー, チョキ, パー}という公式の規則的知識によってしか解釈できない。よって、この公式の規則的知識= **広義ゲームのルールが**, ジャンケンという **単一の公式的な意味を構成する**。すなわちこの社会秩序を構成する。したがって、この場面でもしも「指3本」をすれば、このジャンケンという単一の意味の信憑すなわちこの場面での社会秩序は崩壊してしまう。

もっとも、エスノメソドロジーの違背実験にみられるように、「指3本」が構成的期待による人びとの絶えざる秩序化のプロセスによって、ジャンケンに似た新しいゲーム(新秩序)を生む可能性はある(Garfinkel 1963, 浜 1997)。しかしこれは異なる社会秩序(ゲーム)への移行が成功した場合であり、失敗した場合には、ルール違反によって外部のある広義ゲームの秩序は崩壊する。たとえば、子どもの遊びは、ルールが曖昧で固定されないことから、しばしばこの新秩序(新しいゲーム)をつくりだすこともあるが、それに失敗してケンカという紛争がはじまることもよくある。

なお、厳密には、意味の単一性への信憑すなわちルールの同一性は、暫定的なものである。クリプキが述べているように、つぎのことは首肯できるだろう、すなわち、「私とあなたが同じルールに従っていれば、恒常的な不一致はない」(Kripke 1982=1983: 184 参考)。対偶をとったつぎのことも首肯できるだろう、すなわち「私とあなたの間になんらかの恒常的な不一致があれば、同じルールに従ってはいない」。同じルールに従っていることは、じつはどうしても確認できない。しかし、不一致がなければ違うルールに従っていることも確認できない。そこで論理的には、不一致がないかぎり、「わたしとあなたは、暫定的に同じルールに従う」としておくしかない(ibid: 186 参考)。というのは、ルールが同じようにみえても本当は違うのだとすれば、振る舞い方がわからなくなり、それは社会秩序の崩壊にほかならないからだ。しかし、この意味で、ルールは、有用なのである(ibid: 180)。この有用性は、3.4 節で大きな役割を演じる。

3.3 メタ位のゲームとしてのルール・ゲーム：ゲームの外部のあるなしの意味

● 外部のない広義ゲーム

さて、ジャンケンでの「指3本」はルール違反であった。同様に、市場という(広義)ゲームの秩序は、商品の値段をいくらにするかとか、商品をどれくらい生産するかといったことが行為選択肢集合を構成するため、ライバル企業の工場を爆破するといった行為はルール違反であった。このように、ゲーム理論によって抽象された社会のある状況のモデルには、ふつつ抽象されたゲームの外部がある。

ところが、外部をもたない(広義)ゲームというものを考えることもできる。それは典型的には、ある行為を**する／しない**、という二項対立の行為選択肢からなる場合である。たとえば、共同の研究室を掃除するか／しないか、飲み会に行くか／行かないか、などである。このよう

な状況はきわめてありふれている。

しかし、外部のない広義ゲームでは、失格とか、反則とか、ゲームから降りるといったことがありえない。したがって、ルールの盲従も尊重もなく、だれもルールから逸脱することはできない。このようなルールは、逸脱することもできるような私たちの日常的なルールのニュアンスとは異なっており、むしろ自然法則のようなものである。一方、外部のある広義ゲームとしての社会秩序は、「する／しない」という次元よりはるかに複雑なシステム（ルールの組）である。したがって、外部のある広義ゲームとは異なり、外部のない広義ゲームは、自然的な秩序ではあっても、社会秩序とはいいがたい。しかし、「外部のないゲーム」はつぎにみるルール・ゲームにおいて特別な意味をもつ。

● ルール・ゲーム

ジャンケンでは、3つの選択肢{グー、チョキ、パー}以外のあらゆる行動はルール違反であった。したがって、このゲームが現実になされるときには、行為者はじつは、{グー、チョキ、パー}以外の選択はとらないという選択、すなわちルール違反をしないという暗黙の選択をしていることになる。その選択肢は、ルールから「逸脱しない／逸脱する」というものである。このことはあらゆる外部のある広義ゲームについていえる。

なお、ルールに従っているかどうかは他者が判断することなので、積極的にルールに従うことはできない (Kripke 1982=1983: 172-4)。けれども、禁止されていることを行うことで積極的にルールから「逸脱する」ことはできる。したがって、ルールから「逸脱しない」こともできる。逸脱しようとしたにもかかわらず、他者からみればルールに従っているようにみえることもありうるが、無規制の暴力や欺瞞は、常にルール違反となる。なぜなら、それらはほぼ常にどんな外部のある広義ゲームでも禁止されているから。あるいは脈絡なく振舞えば、どんなルールにも従っていないようにみえるだろう。

「逸脱しない／逸脱する」という暗黙のメタな選択は、広義ゲームの最中ではふつうは意識されることはなく、ルールは盲従される。言い換えれば、「循環」から切断された者だけがこの選択をなす（幼児はルールを知らないから逸脱を選択することはできない）。とはいえ、この選択は、盲従まで含めれば、あらゆる「外部のある広義ゲーム」が随伴している選択である。それに、自分が「循環」から切断されたのなら、他者もまた「循環」から切断されているかもしれないのである。

よって「逸脱しない／逸脱する」というメタな選択は、外部のある広義ゲームの下にある行為者のだれに対してもあてはまる。したがって、たとえば2人なら2×2ゲームとして表現することができる¹¹。この外部のある広義ゲームに対してメタ位にあるこのゲームを**ルール・ゲーム**とよぶ。後述するが、ルール・ゲームには利得がある。このように、ルール・ゲームは、ルールを「**偶有化**」し、元の広義ゲームをひとつの状態と違って「**縮約**」することで元の広義ゲームから抽出される（表1参照）。この縮約という操作ゆえに、元の広義ゲームの利得関数

¹¹ 志田・永田(1991)は制度内ゲーム（1次ゲーム）と制度をつくるゲーム（2次ゲーム）という枠組みを提案している。これは、本稿のアイディアと近い。しかし、かれらは、ルールじたいは常に従われるものと仮定している点で本稿とは異なる。

はどうでもよいものになる。また、明らかに、ルール・ゲームは、外部のないゲームであり、ルール・ゲームのルール・ゲームはありえない。ルール・ゲームの「ゲームのルール」は自然法則的なのである。

ただし、ルール・ゲームは、外部のある広義ゲームが随伴する「二重の選択性」において、行為選択肢集合そのものを選択の対象とするわけではない（それはあまりに認知的負荷が大きい）。ルール・ゲームにおける選択肢は、当該の行為選択肢集合それじたいを受け入れるか（逸脱しない）、拒絶するか（逸脱する）である。

結局、社会秩序＝外部のある広義ゲームは、メタな次元で外部のないルール・ゲームをもつ。それゆえ、ルール・ゲームはあらゆる社会秩序のメタ位にみいだされる普遍的なゲームなのである。

表1 広義ゲームの偶有化と縮約
広義ゲーム（例. ジャンケン）

| | グー | チョキ | パー | | |
|---------|--------|-------|--------|-----|-----|
| グー | 0, 0 | 1, -1 | -1, 1 | | |
| チョキ | -1, 1 | 0, 0 | 1, -1 | | |
| パー | 1, -1 | -1, 1 | 0, 0 | | |
| | ↓ 偶有化 | | | | |
| | グー | チョキ | パー | 指3本 | その他 |
| グー | 0, 0 | 1, -1 | -1, 1 | | |
| チョキ | -1, 1 | 0, 0 | 1, -1 | | |
| パー | 1, -1 | -1, 1 | 0, 0 | | |
| 指3本 | | | | | |
| その他 | | | | | |
| | ↓ 縮約 | | | | |
| ルール・ゲーム | | | | | |
| | 逸脱しない | | 逸脱する | | |
| 逸脱しない | x, x | | y, z | | |
| 逸脱する | z, y | | w, w | | |

注（3.4節）. 公理 1: $x > w$, 公理 2: $x > y, z > w$, 公理 3: $w > y$

注. 広義ゲームの利得が与えられていなくても、偶有化・縮約後のルール・ゲームでは選好順序が考えられる。

3.4 保証ゲームと囚人のジレンマ：遍在する2つのルール・ゲーム

● ルール・ゲームの構造

ルール・ゲームは元のゲームのメタ位にあるため、金銭のような基数的な利得尺度を想定することは難しい。また、ルール・ゲームの利得表のセルは、多くの社会状態を抽象したものであるから、一意的に利得を決めることは難しい。それゆえ、ルール・ゲームの利得は、**日常的な合理性**によって推論される抽象的な選好順序関係（**合理的選好**とよぶ）と考えるのが自然だろう¹² ¹³。このことは、ルール・ゲームが、個々人の趣味や嗜好を超えたところにあることを意味する。したがって、以下のルール・ゲームの公理は、個々人の明らかな能力差がない場合には、だれにでもあてはまると考えてよいだろう。

ルール・ゲームにおける個々人の選好順序に、日常的な合理性に照らして妥当と思われるつぎの公理をおく¹⁴。簡単のため、本稿では2人ゲームの場合のみを考えよう。

公理 1 互いに逸脱するよりは、互いに逸脱しないほうがよい。

公理 2 相手には逸脱しないほしい。

公理 3 相手が逸脱するのであれば、自分も逸脱する。

公理 1 について。これは、ルールがもつ有用性の一側面である。互いに逸脱するとは、ルールが事実上存在しない事態である。もしも、公理 1 がなければ、社会秩序よりもなんでもありの無法状態（紛争）のほうがよいという個人が許容される。個々人の趣味を考えれば、そのような人はたしかにいるかもしれない。しかし、ルールは、単に平和だけではなく、たとえばスポーツ、市場競争、組織内行動、友達つきあい、科学、芸術、恋愛、家族生活などさまざまな

¹² ここでいう「日常的な合理性」と左古（1998）がいう「日常的悟性」とは関係がない。「循環」からの切断それじたいは非日常的である。しかし、ひとたびそれがなされ、それを位置づけるときに行為者が用いるであろう合理性が、日常生活世界に依拠したものである場合を指して「日常的な合理性」という用語を用いた。

¹³ 日常的な合理性は、教育という規律訓練で形成されるルールという側面もあるが、外部のある広義ゲームのルールではない。つまり日常的な合理性は、「逸脱することが潜在的に可能なルール」ではない。もしも日常的な合理性から故意に逸脱しようとするれば、それが故意であるがゆえに日常的な合理性の圏内にある。日常的な合理性から恒常的に逃れられるのは、合理性の「能力不足」のみである。具体的には、これはいわゆる「自己決定能力」の不足であり、幼児などが該当する。行為とは、選択であり（桜井 1991、石原 1993）、選択は思慮されたものである以上、合理性と無縁ではない。なお、ゲーム理論が「繰り返しゲーム」で想定するような超合理性＝能力過剰は、日常的な合理性とはいっけん一致しないが、これは日常的な合理性によって単純な記号操作を忍耐強く積み重ねていくことであり、つまり日常的な合理性の途方もない蓄積である。しかし、その蓄積は日常的にはとらえられないから、これを指して、「日常的でない合理性」とよんでよいだろう。高等数学や哲学の体系なども同様である。

¹⁴ ルールは利得関数を欠きうる「広義ゲームの行為選択肢集合」として定義したものの、それはゲームの内部でのルールの相にすぎず、当のゲームの外部からの相を規定することができる。

事柄それじたい（＝社会秩序）を可能にする。もちろんこのルールは刻々と変化してもよい。社会に生きる者は、内乱状態でなければ、社会秩序のもとに生きており、それを否定し、内乱を選好することは自己否定であり、日常的な合理性に反する。

公理2について。これも、ルールがもつ有用性の一側面である。ポイントは、自分自身は除かれているということだ。もしも公理2がなければ、相手のあらゆる可能性を考慮に入れなければならない。これは大きな認知的負担であり、かつじっさいに相手によって自分が危害にさらされる可能性がある。

公理3について。これは、ルールがもつ社会性である。ルールは、従うべきものである。しかし、日常的な合理性の持ち主は、ルールに従うことそれじたいが目的であるような病的に硬直した存在ではない。ルールは従われることで使われ、事柄を生ぜしめるための手段である。だから、日常的な合理性の持ち主は、自分以外のだれもが逸脱するようなルール——それは事柄を生ぜしめない——に従おうとはしない。つまり、遵法意識という規範とは別に、このような合理的選好が存在する。より詳しくみてみよう。逸脱しないこと（＝ルールに従おうとすること）は、それじたいでは行為集合の制限、つまり自由の制限である。したがって、自分だけが制限され、相手が無制限であれば、この2人のあいだでの社会秩序はすでに崩壊しており、逸脱しないことは無駄であり、単なる自由の損失にすぎない。いいかえれば、2人の場合、両者が逸脱しないことではじめて社会秩序（広義ゲーム）は成立するのであるから、片方でも逸脱すれば、もはやもう一方が逸脱しない意味がなくなってしまうのである。

以上の公理1,2,3をみたとすルール・ゲームは、両行為者が対称な場合、表2の2つの著名なゲームのどちらかになる（表1で、 $x > w > y$ と $z > w$ より、「保障ゲーム」 $x > z > w > y$ か「囚人のジレンマ」 $z > x > w > y$ が成立）。数字は選好順序を表す（大きいほうがよい）。したがって、利得の数値としての大きさは意味をもたない。また、ルール・ゲームは、所与のゲームを縮約したものだから、利得表の各セルは、社会状態の集合であり、単一の社会状態を表すわけではない。網掛けのセルは元の広義ゲームを表す。

表2 2つのルール・ゲーム

| | | 保証ゲーム | | 囚人のジレンマ | |
|-------|--|-------|------|---------|------|
| | | 逸脱しない | 逸脱する | 逸脱しない | 逸脱する |
| 逸脱しない | | 4, 4 | 1, 3 | 3, 3 | 1, 4 |
| 逸脱する | | 3, 1 | 2, 2 | 4, 1 | 2, 2 |

保証ゲームでは、両行為者が逸脱しない、社会秩序の蓋然性が高い状態がルール・ゲームのナッシュ均衡になっている。この場合、いったん両者がルールに従えば（厳密には互いに相手に従っていることを認めれば）、そこから両者は逸脱しにくい。たとえば、ジャンケンを単なるゲームとして楽しもうとすれば、ルールに違反してもなにも得るところはないから、ルールはいったん成立すればいわば自然に守られる（自己の合理的選好を高めるように行動する仕方を「自然」とよぼう）。ここでは一度成立したルールは、それがルールであることはほとんど意識にのぼらなくなる。つまり元のゲームのルールは、盲従されやすい。言語の文法や共同生活の暗黙の規則はこのようなルールだろう。このようなルールは、ルール違反に対する制裁を

考える必要がない。したがって多くの場合、ルールを明示する必要もなくなるだろう（だからといって常にルールが曖昧なわけではない、たとえばジャンケンのように）。

囚人のジレンマでは、両行為者が逸脱しない状態がルール・ゲームのナッシュ均衡になっていない。ここでは、ルールは自然には従われない。この乖離を解決することが、いうまでもなく、社会的ジレンマの問題であり、研究課題とされてきた。たとえば、ジャンケンに勝利することがたんにゲームを楽しむ以上に大きな利得がついてくる場合、相手にバレないような「あとだし」をすることなどが合理的になってくる。また、競技スポーツではよくドーピングが問題になる。ドーピング禁止という明確なルールの背景には、それが意識されなければ、つまり自然にはドーピングを使ってしまうという合理的選好の構造がある。このように、囚人のジレンマ的な選好構造では、ルールは明示され、かつそれに違反した場合には制度的な制裁が設けられていることが多い。

なお、うえでは基本的に利己的な個人を想定している。このことは、行為に高度な予測可能性を与え、秩序問題を矮小化しているのかもしれない（左古 1998: 16）。この点でたしかに、ホップズは悪意をもったり、羨望をもったり、優越感にひたる虚栄心などの**動機**をもつ個人を想定していた。しかし、じつは、このような自己の優越を求める個人どうしでは、保証ゲームは、囚人のジレンマのようになる（武藤 2004）。この感情が根深いものであるならば、囚人のジレンマすなわち社会的ジレンマもまた特別な意味があるのである。

このように、外部のある広義ゲームのルールの満たすべき妥当な性質を考えていくと、結局、このような2つのよく知られたメタ位のゲームが抽出できることがわかった¹⁵。つまり、秩序問題を広義ゲームのルールの成立問題として考えていくと、保障ゲームとDawes定義の社会的ジレンマに帰着するのである¹⁶。ここまでで既に、社会的ジレンマの一般性は十分に明らかだろう。

しかし、ジャンケンの例で示したように、保証ゲームか社会的ジレンマかは元の広義ゲームの孕む価値の有無に依存している。特に、所与の広義ゲームが単なる遊戯ではなくて、財や貨幣はもちろん、時間、健康、愛情といったさまざまな**価値**を孕む場合、メタ位のルール・ゲームは、社会的ジレンマの様相を帯びてくる。つまり、もとの広義ゲームの利得関数がよくわからなくても、外部のある広義のゲームが実質的な価値を含んでいる場合には、社会的ジレンマが潜んでいるのである。社会的ジレンマは、価値が絡む状況において、きわめて一般的に存在するのである。

4. 結論

¹⁵ 森村(1987)は、ホップズの自然状態が保証ゲームないし囚人のジレンマであると論じている。しかし、本稿は、社会秩序を外部のある広義ゲームとする以上、国家以前の自然状態だけでなく、あらゆる社会秩序にこの構造が潜在することを主張する。

¹⁶ 数土(2000)は本稿と同様に、ルールに従うか否かのゲームの表現としての社会的ジレンマを考えている。しかし、ルールが随伴するルール・ゲームは保証ゲームである可能性がある。ただし、本稿は数土のこのアイデアを二重の選択性に照らして陽表化し、その意味を検討したものとしても位置づけられよう。

本稿の内容をまとめておこう。社会秩序のうちにある行為者は、ふつう当の社会秩序を規則としても、規則性としても意識していない(左古 1995)。それは自明すぎるのである。この事態を左古は「循環」とよんだ。なんらかの理由でそのような「循環」から切断された行為者は、まず規則を見出し、ついでそれが意識される前の段階としての規則性を間接的に見出す。この認知の順序ゆえに、社会秩序は、当の行為者の認識にとっては規則という当為として現れるのだった。

この切断という事態は、行為者自身による「二重の選択性」の自覚、すなわち当の行為者が所与の選択肢集合の偶有性を自覚することとして解釈できた。そこで本稿では、社会秩序を、利得関数を欠いていてもよい「外部のある広義ゲーム」すなわち日常的な相互行為そのものとして一般的に定義した。そして、外部のある広義ゲームのルールを、偶有化し、縮約することで、ルール・ゲームなる概念を導入した。このルール・ゲームは、保証ゲームかまたは社会的ジレンマとなるが、それに価値が絡む場合、すなわち重要な相互行為は、社会的ジレンマになる傾向が強い。こうして、社会的ジレンマの一般性が明らかにされ、秩序問題を社会的ジレンマとみなす正当性が示された。

なお、本稿は、「社会的ジレンマ」と「二重の選択性」をルール概念によって架橋し、この2つのよく知られた概念を関係づけたともいえよう。

さいごに、今後の課題を述べたい。本稿では、ルールを所与として考えてきた。つまり、社会秩序＝構造(行為の前後で不変なもの)と考えてきた。しかし、近代社会では、実定法として、ルールは人為的に作りだされ、あるいは変更される。スポーツやゲームは考案される。つまり、ルールはダイナミズムをもつ。同時に、さまざまな役割の意味は変わっていくし、作りだされてもいく。このようなルールのダイナミズムをルール・ゲームの視角から探求していくことが必要だろう。

【文献】

- Coleman, James S., 1990, *Foundations of Social Theory*, Harvard University Press. (=2004, 久慈利武訳『社会理論の基礎(上)』青木書店.)
- Dawes, Robyn. M. 1980. "Social Dilemmas" *Annual Review of Psychology*. 31:169-193.
- 土場学, 1992, 「功利主義的社会理論と秩序問題: ホッブズの秩序問題の終焉」『社会学研究』59: 117-141.
- Durkheim, Emile, 1893, *De la division du travail social*, PUF, 1960 (=1971. 田原音和訳, 『社会分業論』青木書店.)
- 藤井聡, 2003, 『社会的ジレンマの処方箋』ナカニシヤ出版.
- 船橋晴俊, 1989, 「「社会的ジレンマ」としての環境問題」『社会労働研究』35(3/4): 23-50.
- Garfinkel, Harold, 1963, "A Conception of, and Experiments with, Trust' as a Condition of Stable Concerted Actions", O. J. Harvey, ed., *Motivation and Social Interaction*, Ronald Press.
- Hardin, Garrett, 1968, "The Tragedy of Commons", *Science*, 162:1243-1248.
- 浜日出夫, 1997, 「「共通価値」から「信頼」へ: 秩序問題のパラダイム転換」駒井洋編『社会知のフロンティア』新曜社: 82-106.
- 橋爪大三郎, 1985, 『言語ゲームと社会理論: ヴィトゲンシュタイン・ハート・ルーマン』勁草書房.
- Hobbes, T. 1651. *Leviathan, or the Matter, Forme, and Power of a Common-Wealth, Ecclesiasticall and Civil*. → 1965. Clarendon. (永井道雄ほか訳. 1971. 『リヴァイアサン』世界の名著 23. 中央公論社.)

- 今田高俊, 1986, 『自己組織性』 創文社.
- 石原英樹, 1993, 「「選択」概念の再建に向けて」『ソシオロギス』 17: 202-214.
- 木村邦博, 2002, 『大集団のジレンマ』 ミネルヴァ書房.
- Kripke, Saul A., 1982. *Wittgenstein on Rules and Private Language*, Oxford: Basil Blackwell. (=1983, 黒崎宏 訳『ヴィトゲンシュタインのパラドックス』 産業図書.)
- Leiter, Kenneth, 1980, *A Primer on Ethnomethodology*, Oxford University Press. (=1987, 高山眞知子訳『エスノメソドロジーとは何か』 新曜社.)
- Luhmann, Niklas, 1972, *Rechtssoziologie*, Rowohlt Taschenbuch. (=1977, 村上純一・六本佳平訳『法社会学』 岩波書店.)
- Luhmann, Niklas, 1981, “Wie ist soziale Ordnung möglich,” aus *Gesellschafts-struktur und Semantik*, Suhrkamp Verlag. (=1985, 佐藤勉訳『社会システム理論の視座：その歴史的背景と現代的展開』 木鐸社.)
- 宮台真司, 1985, 「規範の三層構造論 (上)」『ソシオロギス』 9: 1-18.
- 森村進, 1987, 「『リヴァイアサン』の自然状態」『理想』 637: 85-93.
- 武藤正義, 2004. 「社会的動機による 2×2 対称ゲームの変換」 数土直紀編『社会理論の実践的可能性の探求』 2001-2003 年度科学研究費補助金研究成果報告書, 学習院大学, 103-130.
- 中野康人・阿部晃士・村瀬洋一・海野 道郎, 1996, 「社会的ジレンマとしてのごみ問題」『環境社会学研究』 2:123-13.
- 大浦宏邦, 2003, 「秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ」『理論と方法』 18(2): 133-152.
- 岡田章, 1996, 『ゲーム理論』 有斐閣.
- Persons, T. 1937. *Structure of Social Action*. Free Press. (=1974-89, 稲上毅・厚東洋輔・溝部明男訳『社会的行為の構造(1)-(5)』 木鐸社.)
- Runciman, W. G., and A. K. Sen, 1965, “Games, Justice and the General Will”, *Mind*, 74:554-62.
- 左古輝人, 1995, 「秩序のふたつの様相 : 当事者からみた」『社会学評論』 46(3): 23-37.
- 左古輝人, 1998, 『秩序問題の解明：恐慌における人間の立場』 法政大学出版局. [Sako 1998]
- 桜井洋, 1990, 「価値と自由」『社会学評論』 41(2): 114-128.
- 佐藤俊樹, 1988, 「理解社会学の理論モデルについて」『理論と方法』 3(2): 151-170.
- 佐藤俊樹, 1993, 『近代・組織・資本主義』 ミネルヴァ書房.
- 佐藤嘉倫, 1998, 『意図的社会変動の理論：合理的選択理論による分析』 東京大学出版会.
- 盛山和夫, 1991, 「秩序問題の問いの構造」『秩序問題と社会的ジレンマ』 ハーベスト社: 3-33.
- 盛山和夫・海野道郎編, 1991, 『秩序問題と社会的ジレンマ』 ハーベスト社.
- 志田基与師・永田えり子, 1991, 「制度の社会契約理論」『秩序問題と社会的ジレンマ』 ハーベスト社: 61-101.
- 数土直紀, 2000, 『自由の社会理論』 多賀出版.
- 数土直紀, 2001, 『理解できない他者と理解されない自己：寛容の社会理論』 勁草書房.
- 鈴木光男, 1999, 『ゲーム理論の世界』 勁草書房.
- Taylor, Michael, 1987, *The Possibility of Cooperation*, Cambridge University Press. (=1995, 松原望訳『協力の可能性』 木鐸社.)

**Social Dilemma and “Double Choice” Concept:
A Game Theoretic Response to Clarification of the Hobbesian Problem of Order**

Masayoshi MUTO

Graduate School of Decision Science and Technology

Tokyo Institute of Technology

2-12-1 Oookayama, Meguro, Tokyo 152-8552, JAPAN

The purpose of this paper is to clarify that Social Dilemma is concerned with more general situation than thought. Game theorists have formalized the Hobbesian Problem of Order as a Social Dilemma (Prisoners' Dilemma). However, Sako (1998) oppose this formalization. He insists that Social Dilemma is concerned with only special situation but the Hobbesian Problem of Order is concerned with more general situation. Therefore he concludes that game theoretic formalization lacks emergency. But using “Double Choice” concept by Luhmann (1972), we clarify that Soko's framework based on ethnomethodology is also concerned with Social Dilemma.

Keyword: social order, set of action choices, rule

第 6 部

関連研究

＜非＞寛容の限界

－T.シェリングのモデルをもちいた分析－

数土 直紀
(学習院大学)

【要旨】

本論では、協同的に達成される秩序とは異なった差別的な秩序の形成について議論する。また本論では、差別的な秩序の形成を説明するモデルとして T.シェリングのモデル (Schelling 1978) をもちいてシミュレーションをおこなった。その結果、差別的秩序をもたらす異集団への非寛容さにも限界があること、また二集団のケースと三集団のケースとでは秩序形成のメカニズムが異なることが明らかにされた。

キーワード: 差別的な秩序, シェリングのモデル, シミュレーション

1. はじめに

秩序という術語で想起されるイメージは、社会科学においては一般的に協同的な秩序であることが多い。例えば、社会的ジレンマを解決することによって実現されるような秩序とは、まさにこのような協同的な秩序だといっているだろう。個人はこの協同的な秩序に組み込まれることでかえって利得を増大させることが可能になるので、このような秩序を望ましいものとして積極的に評価することができる。しかし、すべての秩序がこのような望ましい性質を備えているわけではない。たとえば、集団が個人の（社会的）属性によって階層化されているような、そんな差別的な秩序も存在する。このように個人を差別的に配置し、またそうした秩序にしたがって資源を不均等に配分するようなことがあれば、そうした差別的な扱いを帰結する秩序は一般的には望ましくないと考えることができる。

このような差別的な秩序がどのようにして形成されるのかという問題に対して、T. シェリングのシミュレーションをもちいた分析 (Schelling 1978) は興味深い知見を明らかにしている。シェリングは、自分と異なる属性をもった個人を排除しようとする傾向をもたなくても、自分がマイノリティになることを避けようとする欲求をもっていることを仮定するだけで、居住区域の分離が発生することを明らかにしているからである。シェリングが分析にもちいたモデルは、ゲーム理論における囚人のジレンマと同様に、きわめてシンプルなものであり、したがって明らかにされた事実の含意はきわめて応用範囲の広いものと思われる。にもかかわらず、これまでシェリングのモデルを発展させた研究は多くないことが複数の研究者によって指摘されている (Zhan 2004, 籠谷 2004)。

そこで本論では、やや条件を変更した形でシェリングのモデルを追試し、その結果の頑健性を確認することを目的とする。それと同時に、集団が多様性をもつことが差別的な秩序の形成に対してどのような影響を与えうるのかを考察する。

2. 基本モデル

2.1 モデルの仮定

それでは、本論でシミュレーションに用いるモデルがどのようなものであるかを明らかにしよう⁽¹⁾。本論でもちいられるシミュレーションの基本的な仮定は、以下の通りになる。

まず、世界は、10行×10列の100の升目に区切られている。各升目には一個体だけが居住することができる（しかし、すべての升目に個体が居住している必要はない）。そして、どの升目にどの属性をもつ個体が居住することになるか（あるいは、居住者のいない空の升目になるか）は、パラメータとして定められた確率にしたがって、ランダムに決定される。

つぎに、各個体はそれぞれに周囲が自分と異なった属性をもった個体に囲まれることをどの程度まで許容することができるか、分離度に対して許容水準をもつものとする。このとき各個体は、自分が居住する周辺地域に、（自身を含め）自分と同じ属性をもつ個体の居住している割合が与えられた許容水準の数字を下回ったとき、他の場所へ移動しようとする。もし許容水準を上回る空き地を探し出すことに成功すれば、移動を動機づけられている個体はその空き地に移動する⁽²⁾。しかし、もし許容水準を上回る空き地を見つけ出すことができなければ、移動をあきらめるものとする。とうぜん、許容水準は自分の移動によってだけでなく、他の個体の移動にもよって変化するので、移動のチャンスは複数回与えられる。本モデルでは、すべての個体にあらかじめ定められた回数の移動のチャンスを与えられる。

ここで、移動前と移動後の全体の居住分布がどのように変化するかを確認しよう。

例えば、図1が移動前の状況になる。図1では、○が0.33の確率で、また●が0.33の確率で居住するようにパラメータが設定されている。確率でランダムに決められるため、○と●の割合は必ずしも同じになっていない。

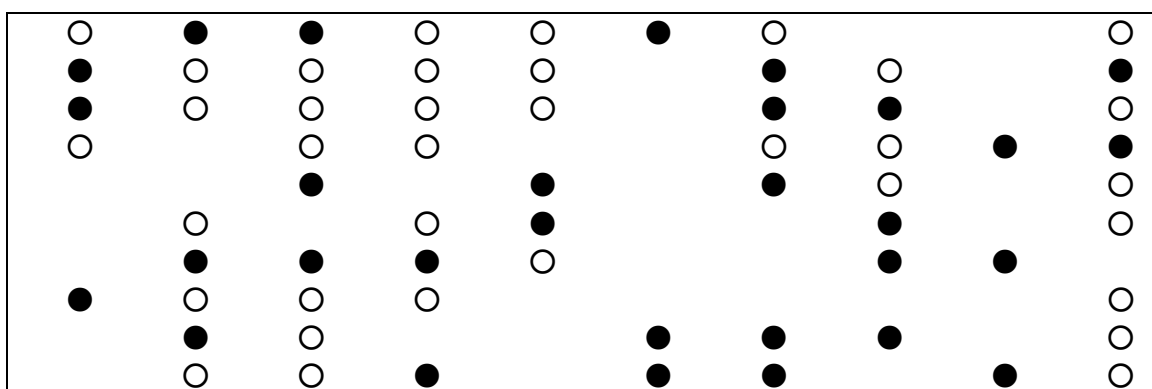


図1 移動前の状況

このとき、○と●にそれぞれ0.45という許容水準を与え、30回の移動のチャンスを与えると居住分布は図2のように変化する。

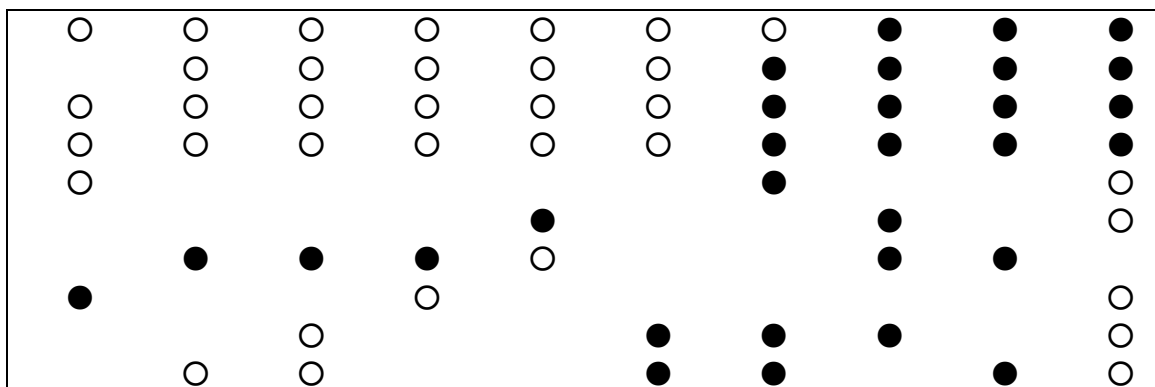


図2 移動後の状況

図2からわかることは、最初は混住していた○と●がはっきりと分離されたということである。0.45という許容水準は、自分もふくめて同じ属性をもった個体が周囲に半分以下でも「移動しなくてもよい」と判断しているのだから比較的緩やかな条件とっていいだろう（さらに、9つある升目のうち一つは自分が占めているので、0.45という条件は（自分をカウントしない場合と比較すると）容易に達成される）。しかし、このような許容水準の下でも、このようなはっきりした分離が確認される。これは、いわばシェリングが明らかにした知見の正しさを裏付けるものといっていいだろう。

2.2 分離度の計算

図1と図2を比較すると、○と●は移動を繰り返すにことよって分離されていることが確かにわかる。しかし、○と●の分離を判断するとき、このような理解の仕方はいわば直観に頼ったものでしかないことに注意する必要がある。したがって、○と●が移動を繰り返すことよって分離したという主張は、この段階では決して厳密なものとはいえないだろう。このような難点を克服するためには、それぞれの居住のパターンに応じて、○と●がどの程度分離されているのかを、厳密に測定する必要があるだろう。そして、そのような測定を経てはじめて、パラメータの変化によつて分離の程度がどのように変化するかを明らかにすることができる。

したがって本論考では、移動前と移動後で分離の程度がどのように変化するか、あるいはパラメータの変化によつて分離の程度がどう変化するか、このことを正確に判断するために分離度を計算することにしよう。

本論考では、分離度を次のように計算する。

まず、ある個体について、その個体が居住する升目とそれに隣接する合計9つの升目にいくつの個体が居住しているかを計算する。このとき、計算には、その個体自身もカウントされるとする。

次に、カウントされた個体の中で自分と同じ属性をもった個体の数（その個体が○であれば○の数、その個体が●であれば●の数）を計算し、その数を先にカウントした個体数で除する。このとき値は、自分が居住する周辺地域に、（自身を含め）自分と同じ属性をもつ個

体がどの程度居住しているか、その割合を示すことになる。

最後に、すべての個体について同様の計算を行い、その平均値を計算する。そしてこの値が、全体が○と●にどの程度分離されているかを示す分離度となる。この数値は、同じ属性をもった個体数に周囲が囲まれている割合が高ければ高いほど、つまり分離の程度が高ければ高いほど高くなるからである。

実際に、図 1 と図 2 でそれぞれの分離度を計算することにしよう。図 1 では、分離度は 0.611 となる。図 2 では、分離度は 0.876 となる。確かに、図 1 の場合と比較して、図 2 の方が分離の程度が激しいことがわかる。

3. 分析結果

3.1 二集団の場合

3.1.1 <非>寛容の限界

本節では、シミュレーションによる分析結果を明らかにしていく。

最初に、許容水準をパラメータにして、許容水準の変化によって分離度がどのように変化するのかが確認した。ここでは、すべての個体について 30 回の移動機会を与えた試行を各々の許容水準について 30 回繰り返し、そうして得られた分離度の平均を図 3 によって示した。

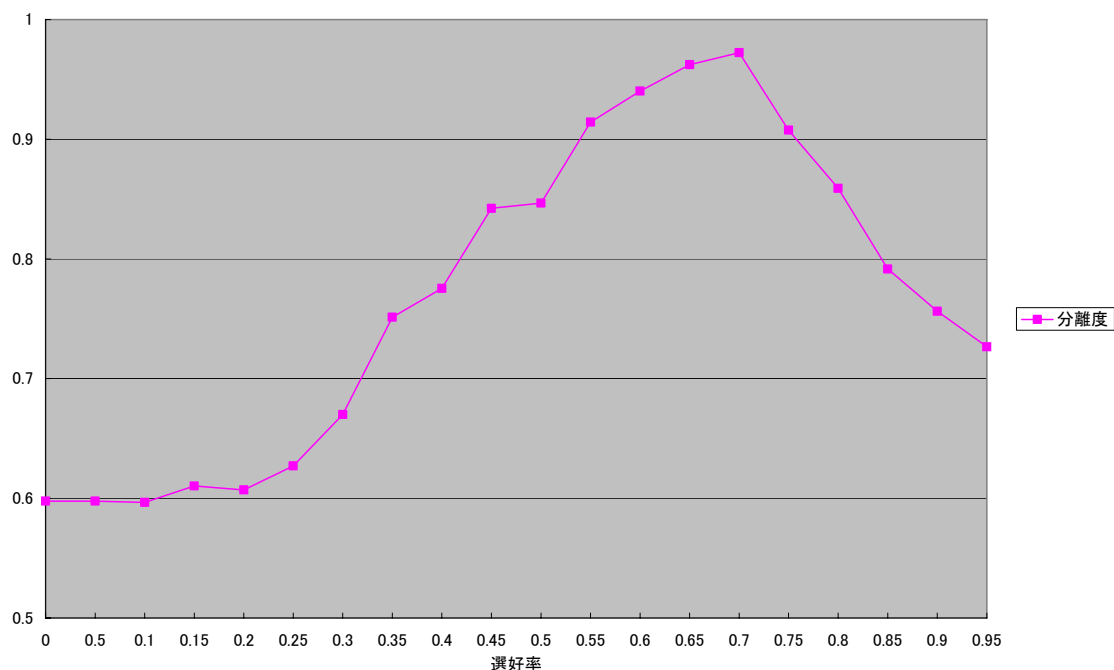


図3 許容水準(選好率)による分離度の変化

また、一元配置の分散分析を行い、多重比較の結果を参考にして許容水準を3つのグループに分類した。なお、図3をみればほぼ自明であるが、許容水準によって分離度の平均に関

して統計的に有意な差を確認することができる ($F(19,580)=92.465, p<0.01$) .

表1 許容水準によるグループ分け

| グループ | 許容水準 |
|-------------|--|
| 分離がほとんど生じない | 0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 |
| 分離が生じる | 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.80 0.85 0.90 0.95 |
| 強い分離が生じる | 0.55 0.60 0.65 0.70 0.75 |

シェリングが明らかにした重要な知見は、個体が比較的寛容な許容水準をもっている、寛容な許容水準から予想することの難しい、はっきりとした分離が生じるということである。移動がないときの平均的な分離度が 0.6 前後なので、0.6 よりも低い許容水準でも分離が生じていることからシェリングの主張の正しさを確認することができる。しかし同時に、許容水準が 0.25 を下回るような場合には分離がほとんど生じないことから、そのような分離がつねに起こりうるものでないこともわかる。やはり、すべての個体が非常に寛容なときは、分離は発生しないのである。

興味深いのは、分離を生じさせるという点について、非寛容にも限界があったという事実である。具体的には、許容水準が 0.7 を越えた後は、その後はいくら許容水準を高めにとっても分離度は上らず、むしろ減少するということである。このような現象が生じるのは、個体があまりにも高い許容水準をもつと、条件を満足する空き地を発見できなくなるためにかえって移動できないケースが発生するからである。したがって、許容水準と分離度の関係は線形ではない。許容水準が変化するとき、激しい分離を引起す範囲が存在する。仮に個体もっている許容水準が分離度を規定しているにしても、その関係は単純でないことに注意する必要がある。

3.1.2 集団サイズの影響

シェリングが明らかにした知見の一つに、二集団の大きさに差がない場合よりも、差がある場合の方が激しい分離が生じるというものがある。もしこの知見が正しいのだとすると、分離度は個体もつ許容水準に影響をうけるだけでなく、二集団の大きさの差にも影響をうけることになる。そこで、シェリングの明らかにしたこの知見が、本論で使用しているモデルについても妥当するかどうかを検討してみた。

許容水準を 0.45 に、1 試行につき移動機会を 30 回に固定し、30 回の試行を行った。このとき、分離度の平均は以下ようになった。上段が両集団のサイズに大きな差が出ないようにしたケースであり、下段が両集団のサイズに大きな差が出るようにしたケースである（具体的には、前者は○と●がそれぞれ 0.33 の確率で、ある升目に居住するように制御し、後者は○が 0.15 の確率で、●が 0.50 の確率で、ある升目に居住するように制御した）。

集団サイズに差がない場合 移動前 平均分離度=0.60
 移動後 平均分離度=0.83

| | | |
|--------------|-----|------------|
| 集団サイズに差がある場合 | 移動前 | 平均分離度=0.72 |
| | 移動後 | 平均分離度=0.88 |

それぞれの結果をみても、移動前と移動後ではいずれの場合も分離度が大きく変化していることがわかる。また、集団サイズに差がある場合と差がない場合を比較すると、後者のケースの移動後の平均分離度が前者のケースの移動後の平均分離度を確かに上回っており、しかもその差は統計的に有意である($t=-4.921$, $p<0.01$)。したがって、本モデルにおいてもシェリングの知見の正しさを確認することができる。

しかし、このとき注意しなければならないことは、そもそも両者には移動前から平均分離度の大きな差があるということである。そして、この差は統計的にも有意である($t=-11.98$, $p<0.01$)。したがって、両者の差は移動によって生じたのではなく、移動前にすでに存在していたのであり、さらにいうならば移動することによって両者の差はむしろ縮まっている。

では、なぜこのような平均分離度の差が生じるのだろうか。このメカニズムを明らかにするために、集団別に平均分離度がどのように変化しているのかを確認することにしよう。

集団“○”について

| | | |
|--------------|-----|------------|
| 集団サイズに差がない場合 | 移動前 | 平均分離度=0.59 |
| | 移動後 | 平均分離度=0.83 |

| | | |
|--------------|-----|------------|
| 集団サイズに差がある場合 | 移動前 | 平均分離度=0.39 |
| | 移動後 | 平均分離度=0.72 |

集団“●”について

| | | |
|--------------|-----|------------|
| 集団サイズに差がない場合 | 移動前 | 平均分離度=0.59 |
| | 移動後 | 平均分離度=0.83 |

| | | |
|--------------|-----|------------|
| 集団サイズに差がある場合 | 移動前 | 平均分離度=0.82 |
| | 移動後 | 平均分離度=0.92 |

集団サイズに差がない場合には、集団に関係なく平均分離度の移動前も移動後も数値は似たようなものになる（コンマ3桁以下を四捨五入しているため、同じ数値になっているが厳密には異なった数値である）。しかし、集団サイズに差がある場合には、移動前と移動後では大きく異なったものになっている。個体数の大きい●の移動前の平均分離度は、同じ属性をもった●にであらう確率の高さを反映して、きわめて高いものになっている（逆に、○の移動前の平均分離度はきわめて低いものになっている）。このことから、個体数の大きい●の平均分離度の高くなっているために全体の平均分離度が引き上げられていることがわかる。

また、移動前と移動後の平均分離度の変化の度合いを比較すると、○の方が●よりも変化の度合いが大きいことがわかる（ $0.72-0.39=0.33$, $0.92-0.82=0.10$ ）。したがって、激しい分離

は、ばらばらに居住していた、マイノリティである○が集住しはじめることによって発生する部分が大きいこともわかる。

3.1.3 許容水準の影響

前項では、集団のサイズに差がある場合、許容水準による移動によって生じる分離の程度にどういった差があるかを検討した。その結果、基本的にはシェリングが確認した事実を再確認することができたが、同時にそのような差が生じるメカニズムについて検討した。

本項では、集団のサイズにではなく、集団によって許容水準が異なる場合、許容水準による移動によって生じる分離にどのような違いが現れるかを検討したい。

本論では、ある升目に○が居住する確率もしくは●が居住する確率をそれぞれ 0.33 に固定し、1 試行につき移動機会を 30 回に固定し、30 回の試行を行った。このとき、分離度の平均は以下ようになった。上段と中段が両集団の許容水準に大きな差が出ないようにしたケースであり、下段が両集団の許容水準に大きな差が出るようにしたケースである。具体的には、上段では○と●の許容水準を 0.35 に揃え、中段では○と●の許容水準を 0.75 に揃えてシミュレーションを行ったときの平均分離度である。また、下段は○の許容水準を 0.35 に、●の許容水準を 0.75 に固定した場合の平均分離度である。

| | |
|-----------------------------------|------------------|
| < 1 > 許容水準が異なる場合 (ともに 0.35) | 移動後の平均分離度 = 0.75 |
| < 2 > 許容水準が異なる場合 (ともに 0.75) | 移動後の平均分離度 = 0.91 |
| < 3 > 許容水準が異なる場合 (○=0.35, ●=0.75) | 移動後の平均分離度 = 0.81 |

結果をみると、許容水準が異なる場合の平均分離度は、許容水準が 0.35 であるケースとも、また許容水準が 0.75 であるケースとも異なっていることがわかる。許容水準が異なる場合、移動後の平均分離度は、許容水準が高い場合の平均分離度と許容水準が低い場合の平均分離度の中間に近い値をとっている。なお、各々の平均分離度の差はいずれも統計的に有意な値を示しており (< 1 > と < 2 > : $t=-6.372$, $df=29$, $p<0.01$ < 1 > と < 3 > : $t=4.31$, $df=29$, $p<0.01$ < 2 > と < 3 > : $t=-3.67$, $df=29$, $p<0.01$)、少なくとも本論で設定した条件の下では繰り返し生起することが予想される。

したがって、許容水準が異なる場合、分離形成のメカニズムはいずれかの集団の許容水準に引きずられるのではなく、ちょうど両者の平均程度 of 分離を引起すことがわかる。このことは、異集団に対して敵対的な許容水準をもつ集団によってもたらされる分離・集住への圧力を比較的寛容な許容水準で対応することで和らげることができると解釈できる一方で、逆に異集団に対して比較的寛容な許容水準をもっているにもかかわらず敵対的な許容水準をもっている集団と対面している場合には、結局や分離・集住の形成に寄与してしまわざるをえないとも解釈できる。分離は相手との相互作用によってもたらされる現象であり、仮に自身が比較的寛容な許容水準をもっていたとしても、それだけでは分離の形成を完全に妨げることは難しいといえるかもしれない。

全体としての分離の程度を問題にしたが、各集団内ではそれぞれどのような変化が生じて

いるのだろうか。許容水準の違いがもたらす問題をさらに詳しく見るために、集団別に平均移動率がどのようになっているのかを確認することにしよう。

集団“○”について

| | |
|-----------------------------------|-------------------|
| < 1 > 許容水準が異なる場合 (ともに 0.35) | 移動後の平均分離度 = 0.762 |
| < 2 > 許容水準が異なる場合 (ともに 0.75) | 移動後の平均分離度 = 0.935 |
| < 3 > 許容水準が異なる場合 (○=0.35, ●=0.75) | 移動後の平均分離度 = 0.809 |

集団“●”について

| | |
|-----------------------------------|-------------------|
| < 1 > 許容水準が異なる場合 (ともに 0.35) | 移動後の平均分離度 = 0.732 |
| < 2 > 許容水準が異なる場合 (ともに 0.75) | 移動後の平均分離度 = 0.929 |
| < 3 > 許容水準が異なる場合 (○=0.35, ●=0.75) | 移動後の平均分離度 = 0.811 |

各集団の許容水準が異なる場合には、集団に関係なく平均分離度の移動前も移動後も数値は似たようなものになる。移動回数の少ない許容水準が 0.35 のケースでは、集団間でやや分離度に差があるが、とうぜん統計的には有意な差ではない。つまり、許容水準に大きな差があるにもかかわらず、移動によってもたらされる分離度については両集団に差はなくなってしまうのである。これは、全体の分離度を問題にしていたときと同様に、仮に比較的寛容な許容水準を持っていたとしても差別的な集団と居住区域を共有するときには分離・集住のプロセスに巻き込まれてしまう。しかし分離・集住の程度は、差別的な集団同士の場合よりは比較的緩やかなものになり、この点は集団に関係なくあてはまる。

3.2 三集団の場合

3.2.1 集団数の影響

前項では、想定される集団の数は○と●の2つであった。したがって、ある集団に所属する個体にとって、自身と異なる属性をもった個体は1タイプしか存在しなかった。そして、このように二集団しか存在しないようなケースでは、自分がマイノリティになるような地域に居住し続けることは避けたいという欲求を個体もっているとは仮定すると、その欲求が比較的弱いものであったとしても、結果として激しい分離・集住の生じる可能性があることが明らかにされた。

それでは、想定される集団の数を2から3とか、4とか、あるいはそれ以上に増やした場合にも、激しい分離・集住をともなった差別的な秩序が形成されるのだろうか。仮にそのようなケースでも差別的な秩序が形成されるとして、それは二集団の場合のときと同じような結果をもたらすのだろうか。

この問いは、いわば社会における多様性の役割への問いでもある。ここでは、社会にさまざまなタイプの集団が混住しているとき、そこで展開される移動・集住のパターンが二集団の場合と同じであるかないかを問題にしていこうとする。

まず、モデルの設定を確認することにしよう。前節までは、○と●といった2タイプの個体のみを想定してきたが、ここではさらに△というタイプの個体を想定する。そして、すべての升目は、それぞれ確率 0.25 で○か、●か、△が居住することになる。そうやって、すべての個体の最初の居住地が決まったあと、各個体はあらかじめ与えられた許容水準にしたがって、移動するかしないかの判断を下す。

ここでは、すべての個体に移動機会を 30 回与える試行を 30 回行い、試行ごとに求められた分離度を平均した値を比較するものとする。最初に比較されるのは、許容水準を 0.50 に設定したケースと、0.30 に設定したに設定したケースである。

三集団の場合

0.50 に設定した場合 移動前 平均分離度=0.44
移動後 平均分離度=0.83
移動後－移動前 0.83-0.44=0.39

0.30 に設定した場合 移動前 平均分離度=0.45
移動後 平均分離度=0.65
移動後－移動前 0.65-0.45=0.20

上述の数字は三集団のケースであるが、比較のために二集団（発生の確率はそれぞれ 0.33）のケースについても結果を示しておこう。

二集団の場合

0.50 に設定した場合 移動前 平均分離度=0.61
移動後 平均分離度=0.86
移動後－移動前 0.86-0.61=0.25

0.30 に設定した場合 移動前 平均分離度=0.62
移動後 平均分離度=0.71
移動後－移動前 0.71-0.62=0.09

この結果から、二集団から三集団になってもやはり分離・集住がおきることがわかる。そして、移動後の分離度と移動前の分離度との差が、分離圧力の強さを示していると考えられるならば、むしろ集団の数が増えたケースの方が強まっていることがわかる。

3.2.2 集団サイズの影響

前項では、勢力が拮抗している場合には集団の数が増えることで分離・集住への変化の度合いが増すことが確認された。それでは、集団のサイズに差がある場合にも同じような結果を確認することができるのだろうか。二集団の場合とは異なり、三集団の場合には集団のサ

サイズに差があるケースを2つに分類して考えることにする。1つは三集団の中で圧倒的なマイノリティが存在するケースである。具体的には、三集団のうちの二集団はサイズが対等か、少なくとも大きな差がないのに対して、残りの一集団はサイズがきわめて小さくなっているようなケースである。もう1つは、三集団の中に圧倒的なマジョリティが存在するケースである。具体的には、三集団のうちの二集団はサイズが対等か、少なくとも大きな差がないのに対して、残りの一集団のサイズがきわめて大きくなっているようなケースである。

ここでは集団サイズをかえて個体の移動によって分離度がどのように変化するかをみてみることにしよう。前者のケースを検討するために、○を確率 0.35 で、●を確率 0.35 で、△を確率 0.10 で発生させる。この場合、△がマイノリティになる。後者のケースを検討するために、○を確率 0.5 で、●を確率 0.10 で、△を確率 0.10 で発生させる。この場合、○がマジョリティになる。いずれも、許容水準は 0.40、移動機会は 30 回に設定し、30 回の試行によって得られた平均を計算している。

まず、圧倒的なマイノリティが存在するケースでの分離度の変化は次のようになった。

| | | |
|-----------|-----|--------------|
| 全体 | 移動前 | 平均分離度 = 0.50 |
| | 移動後 | 平均分離度 = 0.73 |
| “○” | 移動前 | 平均分離度 = 0.54 |
| | 移動後 | 平均分離度 = 0.77 |
| “●” | 移動前 | 平均分離度 = 0.53 |
| | 移動後 | 平均分離度 = 0.76 |
| “△” (少数派) | 移動前 | 平均分離度 = 0.25 |
| | 移動後 | 平均分離度 = 0.50 |

次に、圧倒的なマジョリティが存在するケースでの分離度の変化は次のようになった。

| | | |
|-----------|-----|--------------|
| 全体 | 移動前 | 平均分離度 = 0.64 |
| | 移動後 | 平均分離度 = 0.77 |
| “○” (多数派) | 移動前 | 平均分離度 = 0.77 |
| | 移動後 | 平均分離度 = 0.85 |
| “●” | 移動前 | 平均分離度 = 0.30 |
| | 移動後 | 平均分離度 = 0.53 |
| “△” | 移動前 | 平均分離度 = 0.29 |

移動後 平均分離度=0.57

いずれの結果も、移動によってやはり分離・集住が発生していることがわかる。しかし、発生メカニズムは二集団の場合とは異なっている。二集団の場合ではサイズの小さな集団に所属する個体が集住することで分離が発生していたが、三集団の場合ではいずれもサイズの小さな集団の平均分離度はサイズの大きな集団の平均分離度を下回っている。むしろ平均分離度の数値の変化からは、サイズの大きな集団がサイズの小さな集団に属する個体を排除する形で分離・集住が強化されているように解釈できる。

3.2.3 許容水準の影響

前項では、集団のサイズに差がある場合、分離・集住の発生するメカニズムが二集団のケースと三集団のケースとでは異なってくる可能性のあることが明らかにされた。しかしここでは、三集団の間で許容水準は異なるものと仮定していた。もし集団間に許容水準に差があるとき、そのことは分離・集住のメカニズムにどのような影響を与えるのだろうか。すでに二集団のケースについては前節で検討しているけれども、本項では三集団についても検討することにしたい。

ここでは、三集団の場合には許容水準に違いがあるケースをやはり2つに分類して考えることにしよう。1つは三集団の中で極端に寛容的な集団が存在するケースである。具体的には、三集団のうち二集団は許容水準が同程度であるのに対して、残り一集団の許容水準がとても低い数値（つまり、より寛容的）に設定されているようなケースである。もう1つは、三集団の中に極端に非寛容的な集団が存在するケースである。具体的には、三集団のうち二集団は許容水準が同程度であるのに対して、残り一集団の許容水準がとても高い数値（つまり、より非寛容的）に設定されているようなケースである。

ここでは許容水準をパラメータにして、分離度がどのように変化がするのかをみてみることにしよう。前者のケースを検討するために、○と●の許容水準を0.50に設定し、△の許容水準を0.1に設定する。この場合、△がとりわけ寛容的な集団となる。後者のケースを検討するために、○の許容水準を0.50に設定し、●と△の許容水準を0.1に設定する。この場合、○がとりわけ非寛容的な集団となる。なお、それぞれの集団は各升目に確率0.25で居住するようにし、いずれも許容水準は0.40、移動機会は30回といった条件で30回の試行によって得られた平均を計算している。

まず、一集団だけが寛容的であるようなケースでの分離度の変化は次のようになった。

| | | |
|-----|-----|------------|
| 全体 | 移動前 | 平均分離度=0.46 |
| | 移動後 | 平均分離度=0.65 |
| “○” | 移動前 | 平均分離度=0.45 |
| | 移動後 | 平均分離度=0.69 |

“●” 移動前 平均分離度=0.46
 移動後 平均分離度=0.70

“△”（寛容的） 移動前 平均分離度=0.42
 移動後 平均分離度=0.52

次に、一集団だけが非寛容的であるようなケースでの分離度の変化は次のようになった。

全体 移動前 平均分離度=0.46
 移動後 平均分離度=0.51

“○”（非寛容的） 移動前 平均分離度=0.45
 移動後 平均分離度=0.55

“●” 移動前 平均分離度=0.44
 移動後 平均分離度=0.47

“△” 移動前 平均分離度=0.44
 移動後 平均分離度=0.48

この結果から、両ケースでは移動によって分離・集住が発生する程度が異なってくる事がわかる ($t=7.14$, $df=29$, $p<0.01$)。寛容的な集団が少数派になるケースよりも、非寛容的な集団が少数派になるケースの方が分離・集住の発生する程度が低く抑えられている。たとえ、寛容的な集団であっても多数の非寛容的な集団と相互行為する場合には分離・集住のプロセスに巻き込まれてしまわざるをえない。しかし逆に、寛容的な集団数の方が多くなった場合には、仮に全体社会に非寛容的な集団が含まれていたとしても、分離・集住のプロセスを抑え込むことが可能になる。これもまた、＜非＞寛容の限界だといってよいだろう。

4. 議論

最後に、本論の分析結果をまとめ、その含意について簡単に検討することにしよう。

シェリングが明らかにした重要な知見である「比較的寛容な許容水準をもっていても、個体が移動を繰り返すことで明確な分離・集住が発生する」という現象を本論のモデルによっても確認することができた。しかしそれと同時に、許容水準を厳しくすればそれに応じて分離・集住の程度が激しくなるという線形の関係にはなっていないことも確認された。少なくとも本論で用いたモデルでは、許容水準がある段階を超えるとむしろ分離・集住の程度が弱まっていく。いわばこれは、＜非＞寛容の限界と呼んでもよい現象であろう。

また、集団の大きさに差がある場合にもやはり分離・集住が起きる。しかし、分離・集住が形成される過程は、二集団の場合と三集団の場合とでは微妙に異なっている。二集団の場

合には、マジョリティ集団の分離度はあまり変化せず、マイノリティ集団の分離度が大きく変化すること、またマイノリティ集団の分離度がマジョリティ集団の分離度を上回っていることから、マイノリティ集団が集住をはじめることによって分離が形成されていると判断できる。しかし、三集団の場合には、マイノリティ集団の分離度はマジョリティ集団の分離度を下回っており、むしろマジョリティがマイノリティを排除することで分離・集住が形成されていると判断できる。集団数は分離集・集住の過程に影響力をもっており、二集団であればまる知見を三集団以上の場合にもあてはめることは必ずしもできないことが明らかにされた。

激しい分離が生じるのは集団の数が二つだからであり、集団の数が増えることによって、すなわち全体の多様性が増すことによって、分離・集住の程度が弱まるのではないかと期待されたが、少なくとも本論のモデルでは結果は逆になった。むしろ、三集団の場合の方が、激しい分離・集住が発生している。この事実は、全体の多様性が差別的秩序の形成に及ぼす影響を考察する際には、重要な示唆を含んでいると考えられる。

最後に、集団間で許容水準が異なる場合について、すなわち他集団への寛容の度合いが集団ごとに異なっている場合についても検討した。その結果、敵対的な集団に囲まれたとき、自集団の寛容さは分離・集住の程度を和らげる効果をもつが、分離・集住を防ぐことまではできないことを確認した。しかし、寛容な集団が全体の多数を占めるときには、例え非寛容な集団が混じっていたとしても、分離・集住の程度は弱いものにとどまり、ここにも非寛容の限界を見出すことができた。

【注】

- (1) なお、本論でシミュレーションにもちいたモデルは、VBA をもちいて Excel 上でシミュレートされた。
- (2) シェリングのモデルでは、個体は条件を満たす空き地の中で現在居住している升目にもっとも近い升目に移動することを前提にしている。しかし、本論のモデルではそのような前提をおいていない。本論では、最初に見つかった空き地に移動するものとしている。その理由は2つある。ひとつは、本論では Excel の VBA をもちいてシミュレーションを行っているため、計算に負荷がかかりすぎるといった難点が生じるためである。もうひとつは、移動する距離に応じてコストがかかると思った場合、許容水準によって移動するか否かを一律に決定するモデルが不適切になるからである。移動のコストを支払ってでも移動したいと考えるための条件が許容水準であるから、移動距離によってコストがかかるとうると移動距離によって許容水準も変化すると考えることの方が自然になる。しかし、この仮定はシェリングのモデルと明らかに異なっているし、またこの条件を反映するようにモデルを変更してしまうとモデルのもっていた単純さという魅力が失われてしまう。

【文献】

- 籠谷和弘. 2004. 「なぜ差別しなくても外国人居住区ができるのか」土場学他編『社会をくモデル>でみる 数理社会学への招待』勁草書房.
- Schelling, T. C. 1978. *Micromotives and Macrobehavior*, W. W. Norton.
- Zhang, Junfu. 2004. "A Dynamic Model of Residential Segregation," *The Journal of Mathematical Sociology* 28(3): 147-170.

最終提案ゲームにおける適応的学習と懲罰

— Abbink 実験の日本における追試の紹介 —

石原英樹

(日本女子体育大学)

【要旨】

最終提案ゲーム(ultimatum game)の実験結果は合理的選択理論の予想(部分ゲーム完全均衡)と大きく異なることが知られている。これに対していくつかの説明がなされるが、どれも決定的ではない。本稿では、学習モデルと、学習ではない懲罰行動モデルを峻別する設定で日本の大学生を対象に実験を行い、先行研究と結果を比較してみた。提案者に関しては、不均等提案を過去の経験で説明する適応的学習モデルを推定した結果、不均等提案拒否の経験はマイナスに有意に寄与し、不均等提案受諾の経験も有意にプラスに効いており係数の値も先行研究を支持していた。加えていくつかの異なる結果がみられたので報告する。

キーワード: 最終提案ゲーム(ultimatum game), 適応的学習(adaptive learning), 公平性(fairness)

1. はじめに

最終提案ゲーム(最後通牒ゲーム the ultimatum game)では、プレイヤー1(提案者)が、ある与えられた総額の分割を相手に提案する。もしもプレイヤー2(応答者)が受け入れたら、総額は第一プレイヤーの提案どおりに分割される。もしもプレイヤー2が拒否をしたら、両者は何も得られない。部分ゲーム完全均衡に至るための遡及的帰納法 Backward induction を用いると、最適反応として、プレイヤー1はほとんど0に近い金額(例えば1円)をプレイヤー2に提案しプレイヤー2はそれを受諾することが容易に導かれる。その結果ほとんどすべてをプレイヤー1が得られることになる。

しかしギュースらの先駆的研究(Güth *et al.* 1982)以来、最終提案ゲームの実験では、部分ゲーム完全均衡予測とかなり異なる結果が出ていることが広く知られている。

例えば提案者の戦略を連続にすると(どのくらいの割合で分割するのかを提案者の意向で変えられるようにすると)提案者の60~80%はパイの0.4から0.5くらいをもちかけ、応答者のうちで0.2以下の提案を受け入れるのはわずか3%であるなどである(Roth 1995)。

この注目すべき実験結果の説明はこの20年間さまざまになされており、主にゲーム理論的説明と分配的公正による説明の対立としてまとめられてきた(Roth 1995)。しかしここ10年間は、議論の対立はやや様相を変え、別の対立軸をめぐってなされるようになってきた。一つはプレイヤー1および2の適応的学習による説明、もう一つは(特に)プレイヤー2の懲罰行動による説明である(1)。

以降行われてきた実験は適応的学習と懲罰の説明のどちらかを決定的にするものはない。

問題なのは、多くの実験がこの二つの説明をうまく分離した実験になっていないということである。議論の整理のためには、適応的学習と懲罰を明確に分離した実験を行う必要があった。

Abbink *et al.* (1996)(2001)の実験はこの分離を行う注目すべき試みである。本報告は、Abbink らの実験を日本で追試したものである。結果の大筋は Abbink らを支持するものであった。しかしいくつかの無視できない相違もみられたので、それを報告する。

2. 先行実験の概要

2.1 懲罰仮説

Abbink, Bolton, Sadrieh, Fang-Fang (1996)(2001)の議論を敷衍してみよう。

最終提案ゲーム実験に関わる理論は基本的に部分ゲーム完全均衡の予測と実際のプレイとの齟齬から出発していることは述べたとおりである。Abbink らは最終提案ゲームにおいて部分ゲーム完全均衡が成立する場合を簡潔に示すため、以下の三つの仮定をおく。

P1: 行為者の主要動機は、最大の金銭的利得を得ること

P2: 行為者は、相手の動機を知っている

P3: 行為者は、自分の最適な行為を計算で求めることができる

すると部分ゲーム完全均衡が実現するという予測は次のように構成される。プレイヤー1は次のように考える。プレイヤー2は「利益が少ないより多いほうを好む」(P1, P2)。最小額をプレイヤー2に与え、残りを自分のものにする提案すべきである(P3)。プレイヤー2は間違いなくこれを受諾する (P1, P3)。

懲罰仮説では、プレイヤー2が、不均等な提案に対する不公平感を和らげるために、拒否をするという説明をする。プレイヤー1は何も得られないことを恐れて完全均衡提案をしない傾向をもつのである。特に Bolton(1991)は選好の個人間比較によってこの仮説を表現している。

2.2 適応的学習仮説

適応的学習仮説ではプレイの動的な性質が最終提案ゲームにおける行動の鍵となる。この理論における重要な研究は、Roth & Erev(1995)によるものと Samuelson(1997)によるものがある。後者については石原・金井(2002)で修正を含めて言及をした。それぞれやや異なった学習アルゴリズムを用いているが、基本的にはほぼ同じモデルである。

ゲームを複数回繰り返すときプレイヤーは最初のゲームでは、どの純粋戦略をプレイするかについての「傾向」を持っていると仮定する。ゲームが繰り返されることで、この傾向は適応過程を通じて変形される。変形率は戦略の過去（前のゲームでの）パフォーマンスに依存している。つまり高い利得を得られる戦略はより高い適応率を持つということである。その結果、プレイヤー2にとっての二つの学習、すなわちプレイヤー1からの高い分配額の提

示の受諾の学習と、低い分配額の提示の受諾の学習では、後者の学習のほうが遅い。前者のほうが高い利得を得られるからである。このことがプレイヤー1を、不平等提案の要求から、プレイヤー2に受け入れられやすい平等提案の提示へと向かわせることになる。すなわち適応的学習仮説が示す、実際のプレイに対する説明は「プレイヤー1が自分の利得が高くなるような戦略をとるよう学習をするほうが、プレイヤー2が不平等提案を受諾する戦略を学習するよりも早い（適応率が高い）」ということになる。

まとめると、適応的学習仮説は、完全均衡仮説のうち、P1を受け入れ、P2とP3を以下のように変更したものだということになる

P2*: プレイヤーはゲームの最初は、いくつかの純粋戦略について、なにがしかの傾向(propensity)を持っている。

P3*: プレイヤーは、P2*の傾向をとる。

完全均衡と比較した場合、懲罰仮説はP2とP3はそのままにP1を以下のように置き換えたものである。

P1*: 相手(プレイヤー1)と比較して非常に小さいシェアしか与えられないとき、プレイヤー2は両者が何も得ないほうを好む。そうでないなら、プレイヤー2は自らの利得が最大になるような分割を選好する。

懲罰仮説は最終提案ゲームにおけるプレイを以下のように説明する。これは標準的な完全均衡の仮説とほぼ同じ方法で構成されている。

プレイヤー1はプレイヤー2の選好を知っている(P1*およびP2)。プレイヤー1は利得が無いよりも、プレイヤー2の許容範囲の提案をすることを選ぶ(P3)。プレイヤー2はこれを受け入れる(P1*およびP3)。

「純粋な」学習と「純粋な」懲罰の背後には、かなり異なった行動メカニズムが存在する。このことが、この2つの明確な分割テストを行うことを可能とするはずであり、これが、Abbink 実験の意図するところである。学習仮説は認知的ダイナミクスを導入する(P2・P3をP2*・P3*に置換)が、厳密な自己利益的な動機(P1)の標準的仮説は保持される。懲罰仮説はこれに対し、プレイヤーの動機に変形を加える(P1をP1*に置換)が、完全均衡仮説と同様な静的なフレームワークで行動を記述することが可能である。

2.3 実験デザイン

Abbink 実験は最終提案ゲームを単純な構造(図1)に縮約した上で、不完全情報を導入する。すなわち二つのゲーム設定(treat)のどちらが行われているのかに関する情報をプレイヤー2だけに伝達するのである。

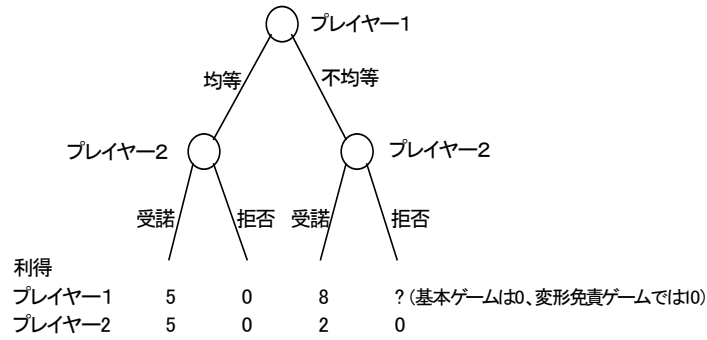


図 1. 報酬に不確実性のある簡易最終提案ゲーム(cardinal ultimatum)

(1)基本ゲーム：先行実験に準拠する．プレイヤー1は「均等な分割 ($a_1 : a_2 = 8 : 2$)」もしくは「不均等な分割 ($a_1 : a_2 = 5 : 5$)」のいずれかを提案することができる．次にプレイヤー2はこれを受諾するか、拒否することができる．

(2)罰なしゲーム (impunity game)：免責ゲーム．プレイヤー1が不均等分割を提案した場合、プレイヤー1は総額 c をすべて受け取る．さらにここに不完全情報を導入する．図2の「?」にあたる部分がそれである．ここはプレイヤー2が不均等な提案を拒絶した場合の、プレイヤー1の利得を示す個所である．

集められた被験者たちには事前に以下のような情報を与える．

(a)?の値はランダムに0か10かのいずれかに決定される：被験者がプレイするゲームは基本ゲームか罰なしゲームのいずれかであり、それはランダムに決定される．

(b)?の値はプレイヤー2にのみ与えられる：すなわちプレイヤー1には現在どちらのゲームをプレイしているかについての情報は与えられない．

(c)実験は何回かのゲームを続けて行い、交渉相手は毎回変わることを．一度交渉したプレイヤーと再びプレイすることはない．

(d)?の値は一回の実験を通じて不変である：被験者は基本ゲームのみを何回か、もしくは罰なしゲームのみを何回かプレイする．

(e)被験者が一度与えられた役割は一回の実験を通じて不変：ある被験者は実験中、プレイヤー1のみ、もしくはプレイヤー2のみを経験すること．

(f)各プレイヤーには実験終了後、ゲームの利得に応じた金額が支払われる．

Abbinkらはこの実験を基本ゲームのみ、罰なしゲームのみでそれぞれ5度(session)ずつ行った．これを以降、Abbink実験と呼ぶ．一回の実験は16人の被験者が参加し、8回(8round)のゲームを1sessionとしてプレイした．各自1sessionのみの参加である．Abbink実験では被験者総数は160人、ドイツの大学の掲示板で募集され大部分が経済学か法学の学部生だった．被験者は指示された場所と時間で1sessionのみの実験に参加した．16人の被験者はランダムにプレイヤー1かプレイヤー2に割り振られ、その情報は各自に伝えられた．実験はPCの画面に図1と同様のツリーの図が表示される．インストラクションおよび画面の詳細はAbbink

et al. (2001)の AppendixA に、全データは AppendixB に掲載されている。?の値はプレイヤー2の画面では 0 あるいは 10 と明示されている。プレイヤー1 が選択するのを受けてプレイヤー2 が画面上で選択をして 1round が終わる。8round でプレイは終了し、結果に応じた金額が被験者に支払われた。

完全均衡の仮説ではこの不完全情報の導入が実質的な意味を持ち得ない。なぜなら?の値はプレイヤー2 の利得には影響を与えないからである。ゆえにプレイヤー2 の行動に影響を与えないはずである。となれば、プレイヤー1 もまた?の値とは無関係に不均等な提案からの利得を期待できる。したがって二つの *treat* の結果に差が出ないはずである。

では適応的学習モデルと懲罰モデルではどうか。

実験の第1セットを考えてみる。このとき?の値に関わらず、プレイヤー1 には同じゲームに見えることから、ここでのプレイヤー1 のプレイには差異は見られないはずである。一方プレイヤー2 は?の値を知っているのだが、適応的学習仮説に従えば?の値はプレイヤー2 の判断に影響を与えないはずである。学習でプレイヤーに影響を与えるのはプレイのパフォーマンスの履歴(自分のペイオフ)だからである。次に第2回は第1回の履歴を参照するのだから、ここでもまた差異は無いはずである。以下同様。適応的学習モデルでもこの二つのゲームの結果の違いはないということになる。しかし完全均衡の仮説とは、両ゲームとも大きく異なっているはずである。

これに対して懲罰モデルは両ゲーム間に差異が出ることを予想する。罰なしゲームではプレイヤー2 が不均等な提案を拒否することは、懲罰として機能しないだけでなく、それを受諾するよりもプレイヤー1 にとっては得になってしまう。となれば、プレイヤー2 は受諾を選択するはずである。従って、基本ゲームと比較して罰なしゲームにおいて、完全均衡がより多く観察できるとの予想が成り立つ。つまり懲罰モデルにおいては相手の情報が重要性をもつ。

3. 再現実験

3.1 実験の概略

Abbink 実験の再現は 2002 年に明治学院大学と早稲田大学で行われた。以後この実験を追試と呼ぶ。

追試では、適応的学習モデルの再検討の意味で *session* を 2 倍にした実験と、懲罰モデルを再検討するために、社会的信頼性や公平性に関する質問紙調査を併用し分析を行った。これらの新しい知見に関しては別稿に展開したので今回は割愛する。

Abbink 実験では *cgi* ではなくアプリケーション (*RatImage software*) を使用しているが、追試では今後の類似実験の便宜を考慮しほぼ同じ内容の *cgi* プログラムを C 言語で開発した。追試に際して契約したレンタル・サーバ上でコンパイルした。レンタル・サーバ上に用意されたコンパイラは *gcc version egcs-2.91.66 19990314/Linux (egcs-1.1.2 release)* である。

追試は全部で 8 回行ない 128 人の被験者を掲示ではなく大学のアルバイト募集の手続きに従って募集した(データはそのうち手続き上のミスがあった 1 回を除いた 7 回を分析に用い

た) . 単位取得などの条件はなく、金銭のみが参加の動機となっている(2).

各 session のはじめに、被験者はインストラクションを読んだ (Abbink 実験を日本に翻訳したもの) . その後、質問紙を配布した (プロジェクトで使用した項目から転載) . 実験担当者が手続きを口頭で説明した. 被験者はくじ引きで決まった番号の机に着席し、各自の持参した携帯電話でゲームを行った. Abbink 実験ではゲームの木が画面に現れるが、追試では簡易画面とした (割愛) . 応答者には?の値をスクリーン上で表示してあるが提案者には表示していない. 1点を20円とし、基本給900円に加えた. Abbink 実験での平均支払い金額は DM18.44 (およそ\$14.75) で所要時間は平均45分. これに対して日本での追試での平均支払い金額は7sessionすべての平均支払い額 (基本給含む) 1588円, 所要時間は平均60分だった. Abbink 実験と異なるのはアプリケーションや支払い方法だけでなく、端末にPCではなく携帯電話を用いたことである(3).

3.2 結果の概要

追試では、通常の最終提案ゲームにおける不均等提案拒否率(15-20%)(Roth 1995)よりもかなり高い拒否率になっている. 以下, Abbink 実験と追試の結果の対比を行う.

| | | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| ?=10 | 0.0% | 1.7% | 3.5% | 12.0% | 12.3% | :平均 5.9% |
| ?=0 | 3.4% | 16.1% | 25.0% | 25.5% | 27.8% | :平均 19.6% |
| ?=10 | 0.0% | | 2.8% | 11.8% | | :平均 5.3% |
| ?=0 | 43.3% | 45.5% | 65.0% | 72.0% | | :平均 54.6% |

最初の二行が Abbink 実験の数値(各 session の平均値を小さい順にならべた)である(3). Abbink らの実験では、この5sessionの平均が treatment 間 (?=10 と?=0) で有意差がないとする仮説は棄却される(permutation test 片側 p=0.020). 同様に本研究でも有意差がないとする仮説は棄却された(片側 p=0.000).

図2および図3は、原論文図2に相当する図を、Abbink 実験と追試で比較したものである.

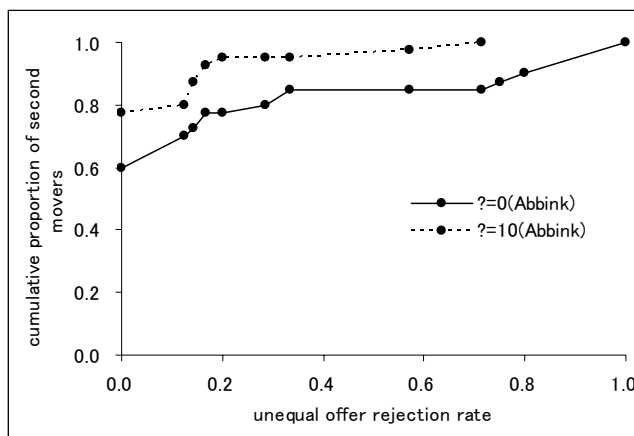


図2 プレイヤー2の不均等提案拒否率の累積度数 (Abbink 実験)

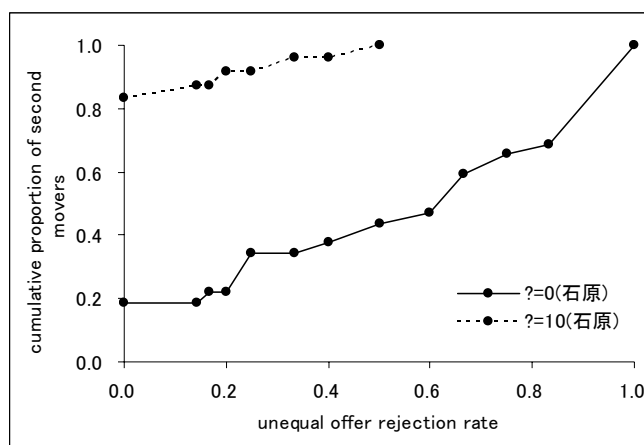


図3 プレイヤー2の不均衡提案拒否率の累積度数（追試）

図2と図3はプレイヤー2の不均衡提案拒否に対する別の側面からの分析である。

図2をみてみよう。プレイヤー2の拒否率の累積度数は $\delta=10$ の場合は $\delta=0$ よりも高い。だが、プレイヤー1からなされた不均衡提案の20%以上を拒否するのは、 $\delta=0$ の場合は24%なのに対して、 $\delta=10$ ではプレイヤー2のわずか5%にすぎない。 $\delta=0$ の場合のプレイヤー2のほうが正の拒否率が高く(z-test 片側 $p=0.046$)、平均拒否率も高い(z-test 片側 $p=0.013$)。 $\delta=10$ で拒否した人9人のうち2人だけが複数回拒絶していた。これに対して $\delta=0$ の場合は16人の拒否のうち9人が複数回拒絶していた。

同様のことを図3（追試）でみると $\delta=0$ の場合の拒否率が大きく散らばっていることが注目される。

もう一つ別の分析をみてみよう。roundごとにみた部分ゲーム完全（プレイヤー1が不均衡提案をし、プレイヤー2がそれを受諾するという組み合わせ）の比率である。

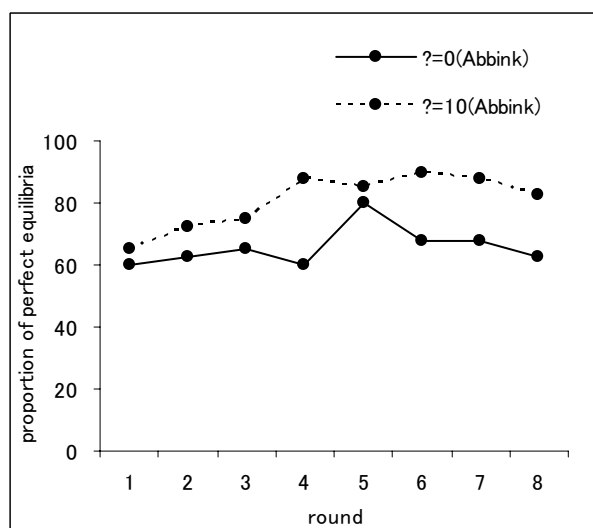


図4 完全均衡プレイの比率(Abbink 実験)

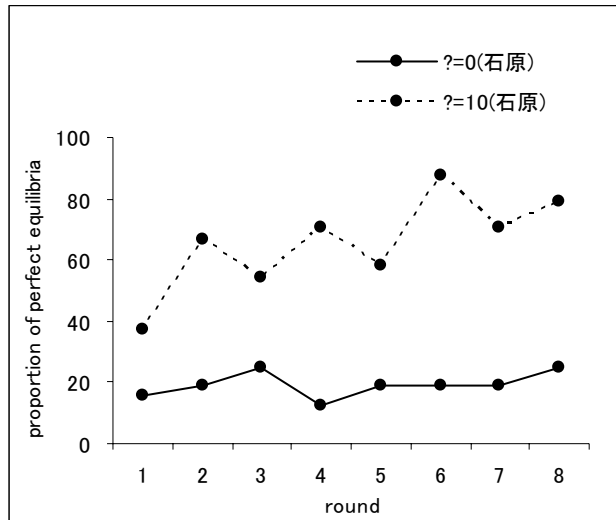


図5 完全均衡プレイの比率(追試)

図4ではすべてのroundで? ϵ =10の場合が? ϵ =0よりも高い。しかしその差はroundの後になるほど目立つようである。Round1ではtreat間の差は明確ではない(0.65と0.60でそれぞれ40サンプル, 片側 $p=0.322$)。しかし最後のround8ではその差ははっきりしてくる(0.83と0.63, 片側 $P=0.023$)。

図5の追試の場合も同様に、すべてのroundで? ϵ =10の場合が? ϵ =0よりも高い。その差は最初のroundから比較的是っきり出ており、後になるとより目立つようになる。Abbink実験と追試の違いはいくつかある。まず第一回目で追試では? ϵ =0と? ϵ =10で完全均衡プレイの比率がかなり異なっていることである。この図からは、懲罰モデルが支持されるだけでなく、? ϵ =10のtreatにおける学習がかなり明確にみられるようである。

次に図6と図7はプレイヤー1と2の行動を分離したものである。

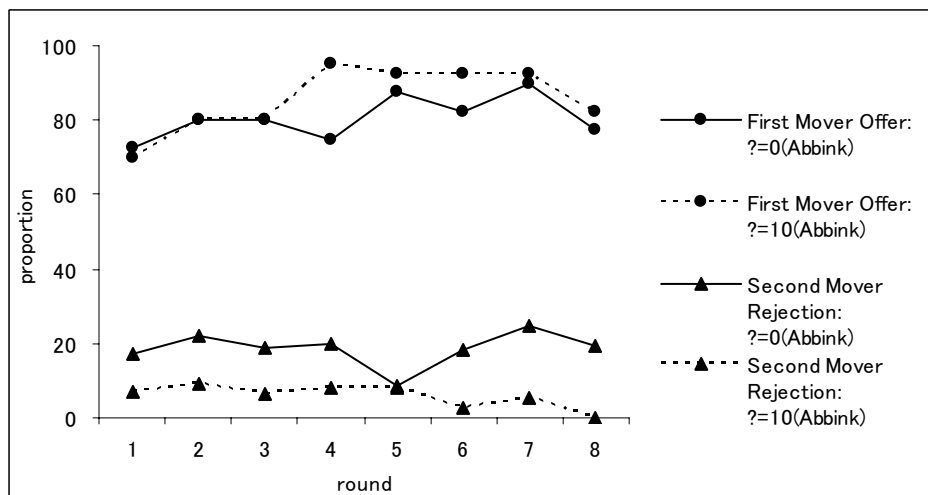


図6 プレイヤー1の不均衡提案とプレイヤー2の拒否(Abbink実験)

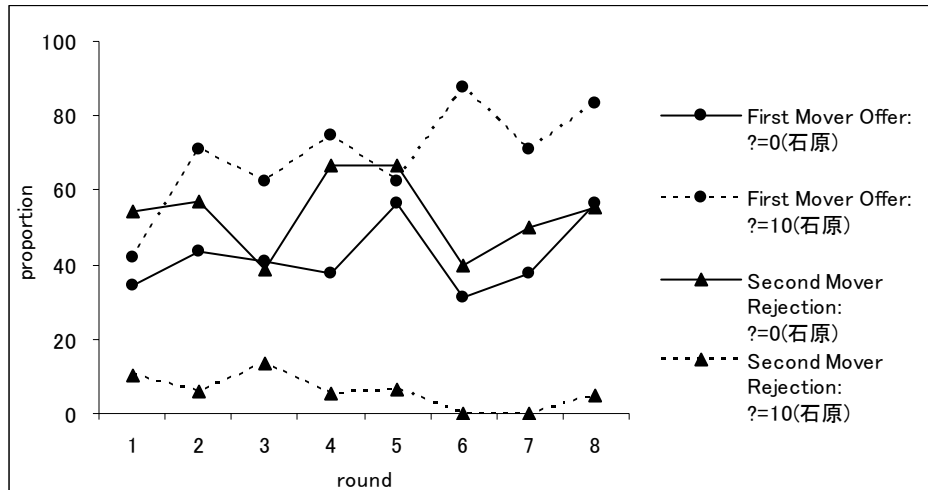


図7 プレイヤー1の不均衡提案とプレイヤー2の拒否(追試)

図6では、 $\gamma=0$ での拒否には round を重ねても trend はみられない。一方 $\gamma=10$ の場合は回を重ねるごとに拒否傾向が弱まってゆくように見えるが統計的に有意ではない(Abbink *et al.* [2001:11])。

ほぼ一貫して $\gamma=10$ のときのほうが $\gamma=0$ のときよりも高いがその差は小さく (86%と 81%) 統計的に有意ではない(Abbink *et al.* [2001:11])。

これに対して図7の追試でも $\gamma=0$ での拒否には変動は大きいものの、round を重ねても trend はみられない。一方 $\gamma=10$ のときには Abbink 実験と同様に拒否傾向が弱まってゆくように見えるが統計的に優位ではなかった。プレイヤー2には学習がみられないということがこの図でもいえそうである。

$\gamma=0$ のときプレイヤー1の trend は Abbink 実験と異なりかなりはっきり上昇しているように見える。総じて追試では Abbink の場合よりも、 $\gamma=0$ の場合と $\gamma=10$ の場合ではプレイヤー1の行動に大きな違いがみられるということである。

ここまでは、 $\gamma=0$ と $\gamma=10$ でのプレイヤー1およびプレイヤー2の行動にいくつかの面で大きな違いがあることを示していた。すなわち適応的学習では最終提案ゲームの実験結果のすべては説明できないということである。

しかし図6や図7では明確ではないにせよなんらかの trend がみられる。そこでプレイヤー1の学習については別の分析からアプローチしてみよう(Abbink *et al.* [2001:12])。被説明変数はプレイヤー1の t 回目の戦略 (不均等提案=1) で、これを $t-1$ 回までのプレイ履歴で推定したのである。履歴は次の4変数である。

$R_{i,t-1}$ = $t-1$ 回目までに不均等提案をして、プレイヤー2から拒否された回数

$A_{i,t-1}$ = $t-1$ 回目までに不均等提案をして、プレイヤー2に受諾された回数

$E_{i,t-1}$ = $t-1$ 回目までに不均等提案をして (受諾された) 回数

$Treat_i$ = $\gamma=0$ ならば 1 $\gamma=10$ ならば 0

Abbink らの先行研究に従い、提案者 i 間の異質性(heterogeneity)を説明するランダム効果を加えたプロビット分析を行い不公平提案を過去の経験で説明する適応的学習モデルを推定した。提案者は合計 56 人いる (Abbink らの実験では 80 人) ので、それらの個人間の差異と、検証したい影響の効果を分離する必要があるからである。

Abbinkデータによるプロビット分析の結果(再現)

| Parameter | Estimate | Pr > t |
|----------------|----------|---------|
| R | -0.49 | 0.030 |
| A | 0.26 | 0.000 |
| E | -0.04 | 0.782 |
| Treat | 0.05 | 0.862 |
| Log Likelihood | -218.2 | |

表 1 Abbink 実験のプロビット分析 (石原による再現)

Abbink 実験に関して、履歴に関する変数の係数の符号は適応的学習モデルの予想通りになっているが、 $E_{i,t-1}$ の係数は有意ではなかった。Treat 間での差異がないことも注意したい。なおこの値は同論文に掲載された原データから再現した値である (論文の掲載値と p 値はそれぞれ、R= -0.51[p 値=0.003], A= +0.26[<0.001], E= -0.01[0.916], T= +0.05[0.862], Log likelihood = -218.2) 。

石原データによるプロビット分析の結果

| Parameter | Estimate | Pr > t |
|----------------|----------|---------|
| R | -0.3975 | 0.0536 |
| A | 0.2592 | 0.003 |
| E | 0.1488 | 0.1738 |
| Treat | 0.5352 | 0.1335 |
| Log Likelihood | -250.30 | |

表 2 追試のプロビット分析

追試でも同様に、不均等提案拒否の経験 $R_{i,t-1}$ はマイナスに有意に寄与し、不公平提案受諾の経験 $A_{i,t-1}$ は有意にプラスに効いていた。プレイヤー1の行動には適応的学習がみられるということである。ただし先行研究では公平提案 E は有意ではないが符号がマイナスであったが当該実験ではプラスに効いていた (有意ではない)。プレイヤー2から拒否された経験はプレイヤー1の不均等提案を減少させ、プレイヤー2が不均等提案を受諾した経験はプレイヤー1の不均等提案を増加させている。

先の分析も併せると提案者の行動に関して先行論文との大きな違いは三点である⁽⁵⁾。

- (1) 提案者の均等提案が多い。
- (2) 応答者の拒否率が高い。
- (3) $Treat_t$ が効いている可能性がある (ただし統計的に有意ではない $p>0.1$) 。

(1)と(2)に関しては安易に Abbink 実験との比較はできない。支払い方法や実験端末などで

いくつかの相違がみられるからである。

(3)については今回のデータ分析には含めなかったが、予備的な実験では *treat* の効果が統計的に有意になることが観察された。係数の方向から考えるとこれは適応的学習(*adaptive learning*)だけでなく、ゲームに関する信念を基礎にした学習 (*belief-based learning*)がみられたということを示唆している。

3.3 考察

追試では、Abbink 実験の主な結論、すなわち(1) プレイヤー2 は適応的学習では説明できない行動をしている、ただし(2)プレイヤー1 は適応的学習を行っていることは同じように確認ができた。

提案者の均等提案率や応答者の拒否率の相違については、既存研究で指摘されている文化的な差異かどうか、実験デザインが完全に同一ではないので結論を下すことはできない。

プレイヤー2の「懲罰」に関して、当事者の公平性に関する認識や、一般的信頼性などが関係しているのではないかと予想し、追試では一般的信頼尺度ほかの個人属性を質問紙調査によって尋ねている。これら個人属性の変数による推定と、ランダム効果モデルによる推定による考察を合わせたプロビット分析を別に行なった。

プレイヤー1の適応的学習については、追試で示唆された、プレイヤー1の *belief-based* 学習モデルと適応的学習モデルの比較検討が必要である(5)。

本研究の今後の方向としては、プレイヤー2の行動は学習モデルではない「懲罰」の検討、プレイヤー1の行動は学習モデルの精緻化という平行作業ということになるだろう。

このゲームは合理的選択理論批判の橋頭堡として注目すべきゲームだが、説明モデルが百花繚乱で次第にゲームそのものが見えづらくなっている。過去の実験の再現や追試、データの二次的分析の必要がいまこそあると思われる。

【注】

- (3) 有力な研究としては、例えば Henrich (2000)では、ペルーのアマゾンの狩猟民族 *Machiguenga Indians* に最終提案ゲームをおこなわせ興味深い結果が得られている。*Machiguenga* では平均の提案はそれまでの実験よりもかなり低く、メディアンはほぼ 20%提案で、15%提案もしばしば受け入れられ拒否率は非常に低かった。こうした比較文化的調査がここ数年増加している (Henrich, Boyd, Bowles, Camerer, Gintis, McElreath & Fehr 2001)。こうした考察では「適応的学習仮説」と「懲罰仮説」の対立はマイナーな問題とあってよい。また、「懲罰仮説」一つとっても、プレイヤー2の拒否のメカニズムが「公平性規範」なのか、「羨望」なのか、「プライド」(塚原 2003)なのか、などいくつかの競合する説明がある。これらの論文のサーヴェイは紙幅の都合で削除した。より根底的な問題提起として竹村・アントニデス (1998)は最終提案ゲームにおけるフレーミング効果の測定から、序数効用理論の基本仮定そのものが成立しない結果の報告をしている。
- (4) Abbink らの実験では数値 1 を 50pfennigs (日本円だと約 20~30 円)に変換して支払われた。これにならって追試での支払いは、数値 1 に対して 20 円を支払った。しかしこれは最低料金 900 円に加えて支払われたものである。大学での募集の際に最低料金を明示せねばならなかったからである。
- (5) 従来のインターフェースを変更せずに実験を行うには、われわれは実験のために自由に利用できる端末を必要数 (1 回の実験に 16 台) 用意しなければならない。これは大学の情報処理室を使い、レンタルした *http* サーバに被験者の PC をアクセスさせることを予定していた。しかしセキュリティ・ポリシーなどの適用により利用が制限されることが多く、試行錯誤の結果、インターフェースを携帯電話の *web* ブラウザ上で利用することとした。現在利用されている携帯電話にはほとんど *web* ブラウザが

組み込まれており、基本的には web ブラウザが必要とする機能をほとんど満たしている。この変更で必要な作業は CGI プログラムが出力する html をごく一部変更するだけであった。具体的には携帯電話の表示桁数にあった表示に変更し、一般的な携帯電話の web ブラウザが解釈できない html タグ（われわれのプログラムははじめから利用していない）をテストするだけだった。そして、被験者の募集広告に次のような応募資格を付け加えた：「当日、web ブラウザが利用可能な携帯電話を持ってこられる方のみ」。実験者が端末を用意せずとも被験者が個別に用意してくるため、われわれは被験者を募集するだけで実験を実施することが可能になった。被験者に必要経費としてパケット接続料金（試算の上毎回 100 円）を支払ったが、携帯電話の利用は、実験を行う上での制約を取り払い、さらには実験をより機動性あるものとした。結果として、構築した実験システムはインターフェースのコントロールを損なうことなく、コストパフォーマンスと機動性において良好なものとなった。ごく一般的な CGI プログラムが書けるならば、携帯電話上で動作するインターフェースは確実に書ける。この実験システムは制限の多い小規模な実験グループには有効なものである。

- (6) 原論文の誤りを直してある。原論文データは Abbink *et al.* (1996)および Abbink *et al.* (2001)で公表されている。
- (7) プレイヤー2の適応的学習は Abbink 実験と同様追試でもみられなかった。追試のデータ、実験手続き、プログラムソースは割愛した。

【文献】

- Abbink, Klaus, Gary E. Bolton, Abdolkarim Sadrieh & Fang-Fang Tang. 1996. "Adaptive Learning versus Punishment in Ultimatum Bargaining". *Discussion Paper no.B-381*. Rheinische Friedrich Wilhelms-Universität Bonn.
- Abbink, Klaus, Gary E. Bolton, Abdolkarim Sadrieh & Fang-Fang Tang. 2001. "Adaptive Learning versus Punishment in Ultimatum Bargaining." *Games and Economic Behavior* 37: 1-25.
- Bolton, Gary. E. 1991. "A Comparative Model of Bargaining: Theory and Evidence." *American Economic Review*. 81:1096-1136.
- Güth, Werner, Rolf Schmittberger & Bernd Schwarze. 1982."An Experimental Analysis of Ultimatum Bargaining." *Journal of Economic Behavior and Organization* v3: 367-388.
- Henrich, Joseph. 2000. "Does Culture Matter in Economic Behavior? Ultimatum Game Bargaining Among the Machiguenga of the Peruvian Amazon." *American Economic Review*. 90(4):973-979.
- Henrich, Joseph, Robert Boyd, Sam Bowles, Colin Camerer, Herbert Gintis, Richard McElreath and Ernst Fehr. 2001. "In Search of Homo Economicus: Experiments in 15 Small-Scale Societies." *American Economic Review*. 91(2):73-79.
- 石原英樹. 2003. 「最終提案ゲームにおける適応的学習と懲罰：携帯電話を用いたゲーム実験」『第 35 回 数理社会学会大会 研究報告要旨集』.
- 石原英樹・金井雅之. 2002. 『進化的意思決定』朝倉書店.
- Roth, Alvin E. 1995. "Bargaining Experiments". in *Handbook of Experimental Economics* (Kagel, John H.; Roth, Alvin E. eds.): 253-348.
- Roth, Alvin E. & Ido Erev. 1995."Learning in Extensive-Form Games: Experimental Data and Simple Dynamic Models in the Intermediate Term." *Games and Economic Behavior*. 8:164-212.
- Samuelson, Larry. 1997. *Evolutionary Games and Equilibrium Selection*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- 塚原康博. 2003. 『人間行動の経済学：実験および実証分析による経済合理性の検証』日本評論社.
- 竹村和久・ゲリット アントニデス. 1998. 「最終提案交渉ゲームにおけるフレーミング効果の意義：ゲーム理論による記述普遍性はどこまであるのか」『日本グループダイナミクス大会』第 46 回大会発表論文要旨.

【謝辞】

この追実験は、本プロジェクトの実験の手続きに多くを負っています。特に本プロジェクトにおいて開発された設問の使用を快諾していただいたメンバーにお礼を申し上げます。実験のプログラムは笹村良彦氏（早稲田大学）と共同で作成しました。

市民活動の継続要因に関する一考察

－質的調査・分析に基づいて－

中島聡子

(関東学園大学)

【要旨】

近年、市民活動が活発化してきている。市民活動とは自発的で営利を目的にしない市民による活動を指し、ボランティア活動を始め、NPO、NGO、自治会など幅広い活動が含まれる。活動の一般的な定義に「継続性」が含まれるが、法や制度に規定されない自由な活動を継続させる要因については十分な検討がなされていない。そこで本論文では、市民活動に関する質的調査を実施し、活動の継続要因に関する考察を行った。具体的には、活動に関与する主体間の相互作用と継続の関係を調査するため市民活動への参与観察を実施し、(1)援助者と要援助者、(2)援助者と援助者の相互作用を約10ヶ月間に渡り観察し、継続要因に関する仮説を生成した。その結果、(1)活動参加者の行動が内集団びいきである、(2)活動参加者が活動者仲間から内的報酬を得る、という2要因が、活動の継続に影響を及ぼす可能性が示唆された。

キーワード: 市民活動の継続、内的報酬、共感、内集団びいき、質的調査

1. はじめに

近年、市民活動が活発化してきている。市民活動とは自発的で営利を目的にしない市民による活動を指し、ボランティア活動を始め、NPO、NGO、自治会など幅広い活動が含まれる。「市民活動とは、市民による自発的、継続的な社会活動で、営利を目的としないものを指す」⁽¹⁾と言われる様に、活動の一般的な定義には「継続性」が含まれることが多く⁽¹⁾⁽²⁾、これらの活動が一時的なその場限りの現象ではなく、社会に根ざし広く認知される存在になることが求められている。しかしその一方、法や制度に規定されない自由な活動を継続させる要因については未だに十分な検討がなされていない。例えば、ボランティア活動の継続性や組織性を検討した園田は、一定の報酬を得る仕組みの方が、責任のある、継続的、組織的な活動につながる主張がある(園田 1999) ことを紹介し、高木らはボランティア活動を長期継続する人達は活動から恩恵を得ていると感じていることを明らかにした(高木, 西川 2000) が、前者は仮説の域を出ておらず、後者は活動する個人のみに着目した分析であった。そこで本研究では、従来取り扱われてこなかった主体間の相互作用を取り上げる。具体的には、活動に参加するボランティア⁽³⁾が周囲と構築する関係性を調査し、市民活動の継続要因を考察していくこととする。

2. 調査方法

2.1 調査手法

活動に関与する主体間の相互作用と継続の関係を調査するため、参与観察によるフィールドワークを実施した。参与観察法を採用したのは、近年のボランティア研究の手法として、フィールドワークが主流になりつつある（Clary, E. G. & Snyder, M. 1991; 高木, 西川 2000）, アンケート調査は長期的な現象の理解には不向きである（佐藤 2002）などの理由からである。（以下、登場人物の名前はすべて仮名である。）

2.2 フィールドの選択

1. 継続的な活動を行うためには、組織的な活動が中心になること、2. 人の相互作用を研究の対象にしているため、より直接的に人と人が作用しあう活動であることが望ましいこと、などの理由により、平成 17 年度の設定を目指して市民が準備を進める A 県の社会福祉法人の設立現場をフィールドに決定した。法人内容は、精神障害者社会復帰施設で、通所授産施設と地域生活支援センターの併設が予定されている。

2.3 活動の沿革

活動の代表者は B 県在住の中田さんである。血縁者が A 県 A 地区に居住しており、土地の提供を受けられると言うことで、この地区で精神障害者の福祉施設の建設を考案していた。しかし、A 地区では近隣住民の反対に遭い計画の続行を憂慮することになる。その頃、知人を通して、A 県の B 地区で社会福祉法人を運営している小林さんを紹介される。小林さんから、「同じ B 地区で一緒に活動をしましょう」と声をかけられた中田さんは、A 地区から B 地区へと設立予定地を変更し、小林さんの協力の下、法人の設立活動が本格的に開始された。

2.4 活動内容と活動メンバー

フィールドが“法人の設立の現場”のため、主たる活動内容は援助者間で不定期に開かれる集会である。この援助者の集会を便宜上ミーティングと表現するが、内容はインフォーマルである。ミーティングが開かれる場所は、ファミリーレストラン、喫茶店、保健所、活動者が既に運営している福祉施設など様々で、開催時間も特に決まっていない。また、ミーティングの際には司会も議事録もないし、設立施設の内容や運営方法以外の話題も多く語られていた。

フィールドに登場するメンバーは、援助者の中田さんと小林さんを中心にして彼らを取り巻く人々で、固定的ではない。フィールドのメンバーとは、設立活動中に何らかの形で 2 人が関与する人々である。彼等の知人・友人以外にも、設計事務所所員、保健所職員などが登場してくる。また、福祉施設の運営者や職員がメンバー中に存在するため、その施設を利用する人々もフィールドに登場する。本研究では、これらの人々を全てフィールドのメンバーとして考える。

本研究では、2003年2月から10月の約9ヶ月分の活動内容をデータとして用いるが、この間に研究者がフィールドで出会った援助者の数は最終的に12名で、内訳は市民10名、行政職員2名である。市民のうち、活動初期に一度ミーティングに参加しただけの西田さんと、終盤で紹介された前川さん2名を協力者、残り8名を主要メンバーと表現する（図1）。

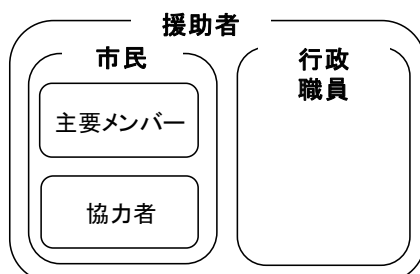


図1 援助者構成図

2.5 調査方法

調査期間は2003年2月から10月の約9ヶ月で、不定期に開催されるミーティングに研究者自身が参加した。時間は長い時ではほぼ1日（8時間程度）、短い時で2時間程度である。初めての参加は2003年の2月で、以後、月に1回～2回のペースで活動に参加した。参与の仕方は、研究者自身も共に活動に参加する active participation⁽⁴⁾ で、活動中は観察データをメモするに留め、帰宅後ワープロソフトを利用しフィールドノートをつけた。基本的には通常の会話の採取が中心で、流れの中でインフォーマル・インタビューを行う時もあった。

3. 調査結果

市民活動に参加して他者を支援するボランティアを援助者、援助者からの支援を受け取る人（何らかの事情により支援を必要とする人）を要援助者と定義し、（1）援助者と要援助者、（2）援助者と援助者の相互作用を観察した。援助者と要援助者の相互作用においては、援助者側からの観察と要援助者側からの観察が考えられるが、本研究では、援助者側からの観察のみ実施した。

3.1 援助者と要援助者の相互作用

フィールドでは、援助者と要援助者の間に、共感と内的報酬の存在が観察された。共感はい援助者の背景から、また内的報酬の生成は、援助者間の会話や援助者と要援助者の直接的やり取りの中から示唆されたものである。

共感の影響

本活動に参加した主要メンバーの背景は、次の通りであった。

主要メンバーの背景(名前:職業, 現在までの精神障害者の人との関わり)

小林:精神・知的・身体障害者のための厚生施設を運営. 精神障害の身内を抱える.

中田:公務員福祉職. 精神障害の身内を抱える.

山田:精神障害者授産施設の職員. 精神障害を抱える友人がいた.

堀田:小林の施設の職員. 精神障害の身内を抱える.

長井:農家. 精神障害の身内を抱える.

坂井:知的障害者厚生施設を運営.

八木夫婦:設計事務所を経営. 過去に, 障害者の福祉施設を設計している.

協力者を除く8名

以上のように, 私的に精神障害者と関係を持つ人が活動者の中に多く存在し(約63%), これらの背景が, 要援助者への共感につながり援助者の行動に影響を及ぼしている事が窺えた. このように, 自分の過去の経験が影響して, 他者への援助が引き起こされる反応は, デイヴィスの組織的モデル(デイヴィス 1999)の中の「役割取得(過程)→応答的共感(個人内的な結果)→援助(対人的な結果)」というルートで説明されている(図2).

デイヴィスの組織的モデルは, 共感概念を包括的に定義するモデルである. このモデルでは, 共感は, 先行条件・過程・個人内的な結果・対人的な結果, という4つのサブグループに分けられる. 「先行条件」とは, 見る側や相手の特質, 置かれた状況. 「過程」とは, 見る側に共感的な結果をもたらすような特定のメカニズム. そして「個人内的な結果」とは, 見る側の中に生じる反応, 「対人的な結果」とは, 相手に対して向けられる行動的反応を意味している. 組織的モデルは, 「過程」や「個人内的な結果」という個人の中の反応が, 援助や攻撃といった相手への対人反応を決定するのに主要な役割を演じていると考えるモデルである.

4つのサブグループには, それぞれ詳細なケースが包含される. 例えば, 「個人内的な結果」には, 並行的, 又は応答的な感情的結果と, 対人的正確さや帰属的判断の非感情的結果がある.

フィールドで観察されたのは, 「過程」グループの役割取得, 「個人内的な結果」グループの応答的共感, 「対人的な結果」グループの援助であった(図2).

役割取得とは, 人が自分の過去の経験と相手の現在の状況を結び付ける能力で, 相手に影響を与えている環境にもし自分が出会ったら自分はどう感じるか, と意識的に想像する力(デイヴィス 1999)のことである. 応答的共感とは「同情や共感, 共感的配慮などさまざまに呼ばれてきたものである. また, 誰かが間違っただけを受けているのを見た際に経験される共感的な怒りもそれである. このどの場合でも, 見る側が持つ感情は相手のそれとは別のものであるが, 相手の経験についての直接的な反応である.」(デイヴィス 1999)と説明される感情的反応である. 最後の援助は言葉の通りで, 他の人々に向けられた利他的な行動の事である.

援助者の一人は, 自分の活動動機を, 次のように述べている.

本活動の動機付け

『もし、自分が同じ立場（精神障害者の人の立場）だったら、と思えばほっておけない。何年間も福祉の仕事をしてきたけど、様々な障害の中でも、精神障害者に関する法制度は一番遅れていて、行政からの援助だけでは障害者の人達を十分ケアできていない、という現状があるの。だから、「精神」の施設を設立しようと思っている。』（中田）

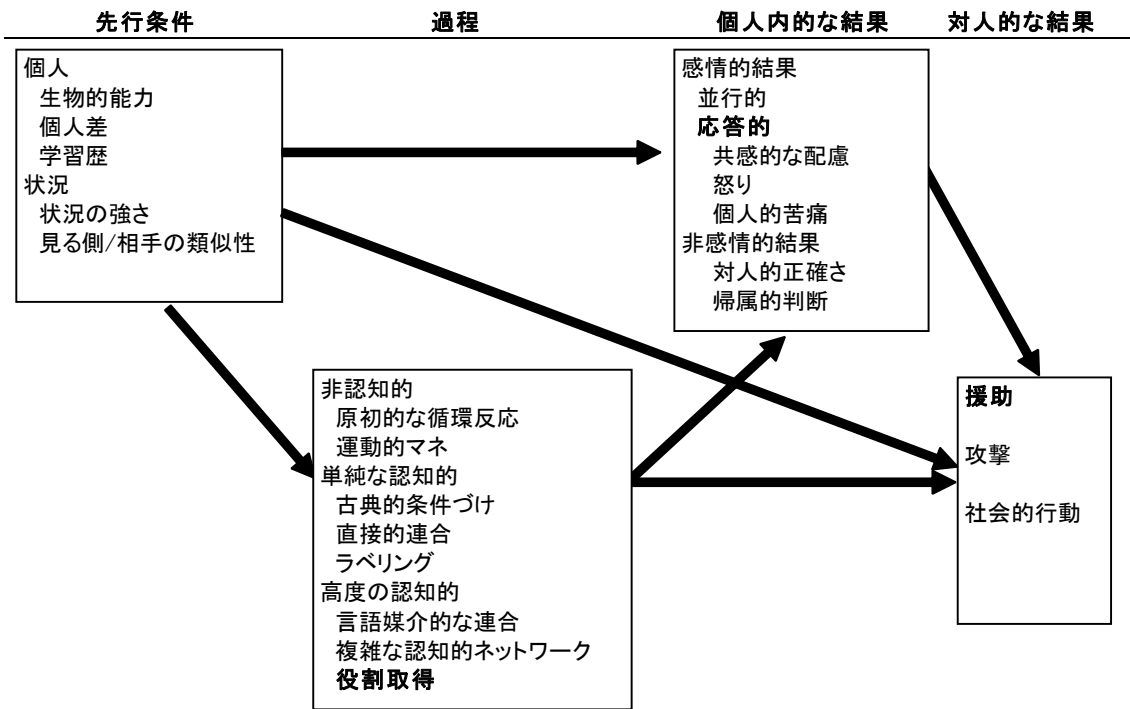


図2 組織的モデル (マーク・H・デイヴィス[1999]より)

「もし、自分が同じ立場（精神障害者の人の立場）だったら、と思えばほっておけない。」という言葉から、役割取得の実行による応答的共感の反応が窺える。また実際に、「精神の施設を設立する」という具体的な援助行動を起こしていることも併せ、先述の「役割取得（過程）→応答的な共感（個人内的な結果）→援助（対人的な結果）」という経路が導き出される。

過去に私的に精神障害者と接する機会があった人々は、同様の障害を抱える人に対して、役割取得や応答的共感が生じやすく、それが援助の原動力になっている可能性があるのではないだろうか。

内的報酬

フィールドでは、援助者と要援助者の相互作用を通し、援助者側に内的報酬が生成される様子が確認された。この内的報酬の存在を記述するため、援助者が要援助者について語った言葉を紹介する。ここでの要援助者は、具体的な誰かではない。各自の中で、より一

般化され抽象化された要援助者に対して向けられた言葉である。

1. 坂井

『私はね、誰かのためって言うんじゃなく、自分の行く道を作っている気がするの。私が助けられていると思う。(福祉を)特別な人がやっているから、みたいな感覚を何とか崩して行きたいと思っている。』

2. 中田

『みんな(要援助者)から、自分も多くの事を学んでいます』

3. 藤井

『一般のボランティアの方たちが援助に入ってくることで、施設外で患者さんとボランティアの人たちが出会ったときに、挨拶や会話が交わされるといった交流が行われるようになったんです。このような交流を通して、両者に相互作用が生じ、双方の心が豊かになっているように感じます。』

4. 前川

『(障害者援助を行う自分について)お金にならないことばかりしてますよー。あははは。』

援助者の「助けられている」「学んでいる」「心が豊かになる」等の発言から、彼らが要援助者との相互作用から、何らかの内的報酬を得ている事が窺える。また、4.の「お金にならないこと」という発言からも、お金ではない何かの存在を感じる事ができる。

3.2 援助者と援助者の相互作用

次に、援助者と援助者のつながりについて、知見をまとめる。活動への参与を通じ、援助者同士が共感した場合、援助者間においても内的報酬が生成される事が観察された。

共感の影響

組織的モデルの「個人内的な結果」に、並行的な共感と命名される共感がある(図2)。並行的な共感は「見る側の者が相手の感情とマッチした感情状態を経験したり、同じ感情がこちら側に生じたりするような感情的状態を経験したりする際に起きる」(デイヴィス1999)ものであり、「見る側とその相手との感情がぴったりとマッチしている」「相手と同じ感情を、それを見る側が経験するようになる」(デイヴィス1999)状態と説明されている。すなわち、並行的な共感とは「自己と他者の感情が一致した状態」と定義できる。

フィールドでは、援助者と援助者の間に、この並行的共感が生じている様子が観察された。

1. 中田と八木

『私も、そのように(中田さんのように)やっていきたい(生きていきたい)と思うけど、なかなか、まだ至らないです。』(八木 妻)

2. 中田と小林

『目標は、小林さんと同じだと感じているわ。(利用者の)「あるがまま」を受け入れることが大事だと感じているの。』(中田)

3. 小林と比留間

『比留間さん(県庁職員)の福祉理念は、わりと近いと思います』(小林)

『近いわね. お仕事という感じじゃない(仕事だから, やっているという印象は受けない)』(中田)

1. の八木さんの発言からは、彼女が中田さんの思想や行動を理解し、中田さんに同調している事がわかる。また、2. の発言からは、中田さんが要援助者に対して抱く気持ちと小林さんが要援助者に対して抱く気持ちが同じものである、と中田さんが考えている事がわかる。これらのことから、八木さんと中田さん、中田さんと小林さんの間で、感情のマッチングが起きている事が確認できる。さらに、3. では、行政職員と市民の間でも、同様の状態が維持されており、このような感情状態は、市民・行政という立場や建前を越え、一個人同士として成立するものである事が理解できる。

この他、自分たち以外の他者を会話の中に登場させる方法で、自分たちの感情の一致を確認する場面もあった。

4. 中田と小林

『私はね, 秋田さん(近隣にある他施設の運営者)とはおそらく福祉活動に対する基本的な考え方が私達と異なっていると思う. だから, あそこはそっとしておく(秋田さんの施設と協力関係は結ばない)ほうが良いと思ってるの.』(中田)

『そう思います』(小林)

秋田さんという人物に対する否定的な意見を述べる際に、「私達と異なる」という表現が用いられている。これは、自分と小林さんの感情の一致を前提にした発言である。この会話から、中田さんと秋田さん、小林さんと秋田さんの間では感情の一致は見られないが、中田さんと小林さんの間では感情の一致が起きている事が窺える。

内的報酬

フィールドではさらに、並行的な共感が生じた各援助者間に内的報酬が生成される様子を確認する事ができた。

並行的な共感がある援助者

1. 八木夫婦と中田

ミーティング終了後、『綺麗な自然を見て行きませんか』(八木 妻)と誘われ、中田さんは八木夫婦と共に近所のドライブへ出かけた。さらに、ドライブの最中に八木夫婦の自宅に招待され、そのまま八木夫婦の自宅に立ち寄った。(研究者もドライブ・自宅訪問に同行)

八木夫婦は、自宅に広めの和室(窓からは、広大な自然が望める作りになっている)を作っており、『誰でも、気軽に立ち寄ってもらいたくて作った』(八木夫婦)と説明があった。『広い事務所にして、事業を拡大しようか』(八木夫婦)とも話し合ったが、『それよりも、お友達に気軽に立ち寄ってもらえる場所にしたい』(八木夫婦)という気持ちで、このような部屋を作ったと話していた。ま

た、この日は『うちにも遊びに来て下さい。主人ともぜひあって欲しいです。』（中田）『よろこんで。』（八木）と言う会話が交わされていた。

2. 中田と小林(1)

ミーティング終了後、中田さんに対して小林さんが『なんだか、楽しくなってきました』と、静かな笑顔でつぶやく姿が観察された。

3. 中田と小林(2)

『中田さんと坂井さんは雰囲気似ている』『会わせたい』（小林）

と言われ、坂井さんが中田さんに紹介された。坂井さんは同地区で知的障害者の厚生施設を運営している。坂井さんのお宅を訪問し(研究者も同行)、昼食と歓談の時間を持ち、坂井さんの施設を訪問した。

昼食時の会話の一部

『(自分の過去の経験では)利用者同士の関係よりも、親御さん同士の方が大変だったかな・・・と思いますね。例えば、うちの子の方が障害の程度が軽い、とか。』（中田）

『(教師時代に)生徒を序列化しなければいけないのを、どうしても悩んだね。』（坂井）

『おれも、作業所やっていると、俺の人生終わったかな、と思ったよね。世の中が変わらなければ、未来が見えないと思った。』（小林）

『小林さんの頃なんて、高度経済成長期の真っ只中だったんじゃない？』（坂井）

『そうなの。高校 400 人いて、福祉の大学に進んだのなんてたった 4 人だったからね。勝ち組、負け組みって言ったけど、俺なんか本当に負け組みって言う感じだったの。』（小林）

『(序列の問題について)いろんな事が同じ土俵に乗るようにしないとイケないのかな。(これは)社会福祉だけの問題じゃないよね』（小林）

『ないよね！』（全員）

このように、並行的な共感がある援助者達は、相互に好意を抱き、プライベートで遊びに行く、知人を紹介するなどの肯定的な行動を起こし、そこに、友情や連帯感のような内的報酬が存在している事が窺えた。例えば、1. の八木さんは、「お友達に気軽に立ち寄ってもらえる場所にしたい」と説明した自宅の一室へ中田さんを招待している。これは、中田さんが八木夫婦から友達と認知された事実で、両者の間に友情という報酬が生成された事を示唆している。また、2. の「楽しくなってきた」という発言は、要援助者を援助する行為についてではなく、仲間ができた事に対する感想である。このことから、要援助者との相互作用が生じない時にも、援助者同士が相互作用する事によって、何らかの内的報酬が生成される事が窺えた。

次に、並行的な共感が生じなかった援助者間の関係を紹介する。

並行的な共感が無い援助者

『秋田さんは、「A 県で一番初めに精神障害者のための施設を建てた、先駆者だ」って(自分のことを)言っていたわ。同じような内容で、近い場所で活動しているんだから、みんなで一緒にがんばれば良いと(私たちは)思っていて、山田さんも挨拶に行ったの。そうしたら、秋田さんに「私の施設で働かないか？」(引き抜きの相談)って言われちゃって、山田さんは帰ってきて、「こっちは、みんなで一緒にいい活動を、と思っているのに、何なんだよ、あの人は？」って、怒っていたわ。』
(中田)

この発言から、山田さんと秋田さんの間には並行的な共感が生じなかった事がわかる。また、その話を聞いた中田さんと秋田さんの間にも、並行的な共感が生じていない。そして、結果的に、かなり否定的な感情が生まれてしまっている事がわかる。このように、並行的な共感がある援助者間には内的報酬が生成されるが、並行的な共感が無い援助者間には、相手に対するネガティブな意見やイメージが生まれてしまう事実が観察された。

3.3 相互作用モデルの構築

前節では、援助者と要援助者、援助者と援助者の相互作用を説明した。援助者と要援助者の間には応答的共感が、援助者と援助者の間には並行的共感が生じ、それぞれの共感した相手との相互作用からは内的報酬を獲得していることが示された。

次に、援助にかかるコストについて考察する。実際に援助を実行する場合、援助者側は施設建設費や運営費と言った援助コスト(外的資源)を負担する事になる。本フィールドでは、授産施設で生産する農産物の販売や補助金制度の利用によりそれらを捻出する予定である。このように、援助者と要援助者、援助者と援助者の間には、内的報酬の獲得以外に、外的資源の移動も生じる。そこで、相互作用によって増減する内的報酬と外的資源の関係を、相互作用モデルとして図3に表した。

相互作用モデルは、援助者と援助者、援助者と要援助者という2つの関係を同時に示すモデルである。並行的共感が生じた援助者同士は、内的報酬を獲得しながら(図3:援助者間の白矢印)援助のための外的資源を生産していく(図3:援助者間の黒矢印)。また、応答的共感が生じた援助者と要援助者の間では援助が実行される。その際、援助者から要援助者へは外的資源が提供され(図3:要援助者への黒矢印)、援助者は内的報酬を獲得する(図3:要援助者からの白矢印)。

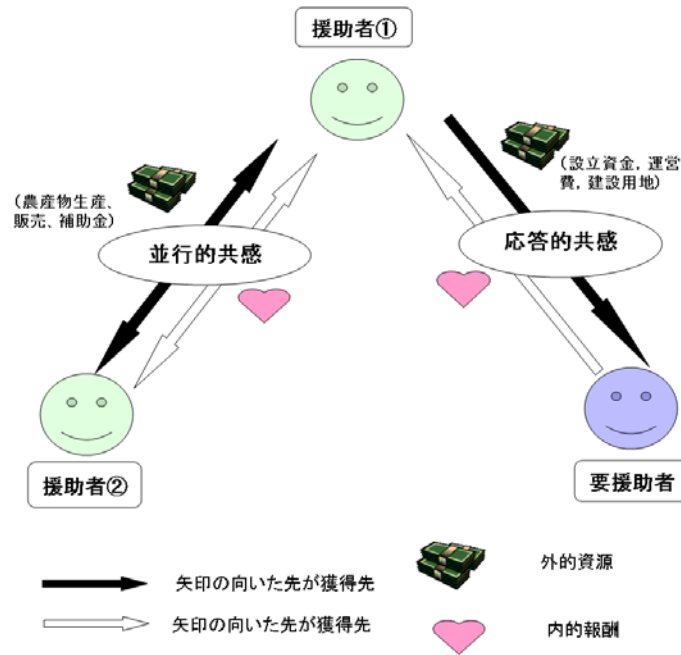


図3 相互作用モデル

4. 市民活動の継続要因—仮説の生成—

以上の観察結果を基に、市民活動の継続に影響を与えるものとして、援助者が要援助者に感じる応答的共感、援助者と援助者が生成する内的報酬という2要因を抽出し仮説を生成した。それぞれの要因が、どのように継続に影響するか、観察結果を含めて説明していく。

4.1 応答的共感による内集団びいき

従来、共感是他者への援助を生起させると言われ、様々な研究が行われてきた⁽⁵⁾。しかし研究者はフィールドで、共感に対する異なる知見を得ることができた。それは、応答的共感の有無が、内的報酬と援助コストのバランスに影響を与える可能性である。

フィールドの援助者達は、応答的共感を覚えた相手（精神障害者）に援助の実行を予定しているが、現実社会には、この他にも他者の支援を求める人々は数多く存在している。多種多様な人間が存在する現実社会で、人々の抱える問題や望む支援の形は様々だ。これらの中から、特に応答的共感を覚える相手を選択して援助を実行する事は、結果的に彼らから援助を受けられる人と、受けられない人という2種類の集団を作り出す事になるが、このような集団をサムナーの言う内集団と外集団と考えることができる。内集団とは、ある個人がそこに所属し帰属感や愛着心を持ち、そこに所属する人々を「われわれ」として意識しうる集団のことである。一方の外集団とは、違和感や敵意を持ち、そこに所属する人々を「かれら」としてしか意識しえない集団のことである（森岡他 2000）。援助を積極的に提供したい相手とそうではない相手として区別すると、援助者達が前者とつくる集団を内集団、それ以外を外集団と考えることができる。そこで、誰にでも利他的に振舞う行動を博愛主義、限られた相手に利他的に振舞う行動を内集団びいきと定義して、2つの行動の効用を考察する。援

助者が博愛主義行動を取る場合、要援助者の選択は行わず全ての人に平等な援助を実行する事になる。その結果、要援助者との相互作用の機会が増え多くの人から内的報酬を得ることになるが、援助コストの負担は増加する。一方、内集団びいき行動を取る場合、共感した相手のみを援助するため、要援助者との相互作用が減少し、援助コストの負担は減るが、その分得られる内的報酬も減少する。このように、博愛主義行動なら多様な人々と相互作用し、多くの喜び（内的報酬）を獲得できるが、コストの負担が大きくなる。内集団びいき行動なら、コストの負担は小さいが、多様な人々と相互作用する機会が減り、喜び（内的報酬）を得る機会が減ってしまう（表1）。

表1 応答的共感による効用

| | | |
|----------|------|--------|
| | 博愛主義 | 内集団びいき |
| 内的報酬の獲得 | 有利 | 不利 |
| 援助のコスト負担 | 不利 | 有利 |

このように2つの行動は異なる効用と欠点を持つので、内集団びいきが本当に市民活動の継続に効果を及ぼすかどうかは自明ではない。しかし、フィールドの援助者たちが、内集団びいきを採用していた事を受け、「応答的共感による内集団びいきが援助コストを低減させ、それが市民活動の継続に良い影響を及ぼす」という仮説を生成することができる。その一方で、本仮説には「獲得できる内的報酬が少ない」という弱点も含まれており、この点についての検討を十分行う必要があるだろう。

4.2 並行的共感を覚えた援助者間で獲得される内的報酬

フィールドの援助者が並行的共感でつながり、両者に内的報酬が生成される様子が確認されているが、彼らの間では、さらに、次のような発言も見られている。

共に活動している事を強調する発言

1. 計画開始を決定した会話から

『一緒にやりましょうよ』(山田, 小林)

『(一呼吸して)わかりました。一緒にがんばりましょう』(中田)

2. 活動に対する意欲

『小林さんと一緒だから、やろうと言う気持ちになったわ。』(中田)

活動仲間を気遣う発言

【発言の背景】当初は施設を新規建設する予定であったため、八木夫婦が、施設の設計という形で活動に参与していた。しかし活動を進めるうちに、適当な土地が見つからない事、小林さんが小規模事業を押ししている事などが影響し、新規建設から建売物件の購入に話が変わった。建売物件の購入になる場合、設計の必要は無くなり八木夫婦の役割が消滅する。このような状態になったときに中田さんから発せられた言葉である。

3. 仲間意識

『建物を購入するなら(建設しないなら), 八木さん達の事も考えないといけないと思ってるんだけど』(中田)

援助者の1. 2. の発言から, 援助者が活動そのものに対する意義以外に, この仲間と共に活動する事にも意義を感じている事がわかる. また3. からは, 以前の通りの役割分担が無くなったとしても, 相手との関係維持を求めようとする姿勢が読み取れる. これらの事実から, 援助者同士の関係性が, 市民活動の継続に影響を及ぼしていることが窺える. これはブラウが「価値と利害を共有する人びとは, 相互に信念を支持し合い共通の努力にたずさわる基礎をもつ. したがって, 同質的な志向と態度が人びとを互いに引き寄せる. それに対して, 重要な問題における意見の不一致は, お互いを非誘因的な仲間にしてしまう. 」と述べた現象を連想させる. ブラウは, 価値を共有する仲間はその人にとって誘引力を持つと言い, このような仲間に関心を持つことはその人にとっての報酬にあたると述べている(ブラウ1974).

さらにここで, ボランティア意識調査の結果を参照してみると, 1位「新しい人間関係ができた」2位「思いやりの気持ちが深まった」となっている(工藤他1998). 1位が援助者間相互作用で獲得される内的報酬, 2位が要援助者との相互作用で獲得される報酬となっており, 援助者間で生成される内的報酬の重要性が理解できる. また, 実際に本フィールドでも, 友情の萌芽・知人の紹介と言った人間関係の構築につながる現象が観察されている.

以上の結果を基にして援助者間の相互作用と活動の継続に関する肯定的な仮説を唱えることができる. それは, 「並行的共感を覚えた援助者同士の相互作用で生成される内的報酬が市民活動の継続に良い影響を及ぼす」という仮説である. すなわちこれは, 要援助者との相互作用で生成される内的報酬だけでは援助者の満足を十分満たす事ができず, 活動の継続は導出されないと言う予測を意味している.

5. おわりに

本稿は調査によって, 仮説(1)「応答的共感による内集団びいきが援助コストを低減させ, それが市民活動の継続に良い影響を及ぼす」, 仮説(2)「援助者同士の相互作用で生成される内的報酬が市民活動の継続に良い影響を及ぼす」を生成し, (1) 応答的共感による内集団びいき(2) 並行的共感を覚えた援助者間で獲得される内的報酬, という2要因が継続に影響を及ぼす可能性を抽出した. また, シミュレーション実験からは, 2つの仮説を支持する結果が得られている⁽⁶⁾.

しかし, 今回の調査では, マクロな要因の影響に関する知見については得ることができていない. 今後は, この点に関する十分な調査が必要である. 是認や承認などの社会的要因が個人の行動に影響を及ぼすことは, 先行研究において指摘されている(ブラウ1974)が, 本調査では, これらの影響を発見するに至らなかった. 調査期間が比較的短かったことや調査実施地でのコミュニティへの関与の度合いなど様々な要因が考えられる. 今後はその地域

特有の文化や規範、習慣などが及ぼす影響を抽出できるよう、微視性と全体性の両方の影響を観察できるような調査設計を行い、それらの社会的要因が個にどのような影響を及ぼすかについても検討を行いたい。

【注】

- (1) 大阪府生活文化部 <http://www.pref.osaka.jp/fukatsu/vngroup/sisin02.html>
- (2) 内閣府国民生活局による市民活動団体等基本調査
<http://www5.cao.go.jp/seikatsu/2001/0409shiminkatsudou/main.html>
- (3) 本研究では、人の関係性に着目して、ボランティアを「困難に直面する他者に働きかけ、つながりをつくる人」とする金子の定義（金子 1993）を踏襲し、無償性は問題としない。
- (4) ボランティアとして参加するなど、フィールドで役割を持ちながら観察する参与方法。
- (5) Toi&Batson は、実験操作によって共感を高めるグループと高めないグループを作って援助の出現率を比較し、共感を高めたグループの方が援助率が高まる結果を得ている（Toi, M. & Batson, C. D. 1982）。Krebs は、他者との類似性が高いと教示して共感性を操作し、それが援助を促進する事を示している（Krebs, D. 1975）。
- (6) 著者は、エージェントベースシミュレーション実験を実施し、本仮説を支持する結果を得ている。詳しくは、中島（2005）を参照。

【文献】

- 園田恭一. 1999. 「地域福祉とコミュニティ」有信堂, pp. 98-99
- 高木修（監）・西川正之（編）. 2000. 「シリーズ 21 世紀の社会心理学 4 援助とサポートの社会心理学」北大路書房, p. 89; pp. 3-6
- Clary, E. G. & Snyder, M. 1991. "A functional analysis of altruism and prosocial behavior: The case of volunteerism." *Review of Personality and Social Psychology*, Vol. 12, 119-148, p. 122
- 佐藤郁也. 2002. 「組織と経営について知るための実践フィールドワーク入門」有斐閣, p. 157
- マーク・H・デイヴィス（著）菊池章夫（訳）. 1999. 「共感の社会心理学」川島書店, p. 14; pp. 46-47; pp. 21-22; p. 124; p. 21
- 森岡清美・塩原勉・本間康平. 2000. 「新社会学辞典」有斐閣
- ピーター・M・ブラウ（著）・間場寿一・居安正・塩原勉（訳）1974. 「交換と権力 社会過程の弁証法社会学」新曜社, pp. 60-62; pp. 229-253
- 工藤敬吉・杉本正治「ボランティア像」大災害で変貌—“気軽型”から“献身型”へ—, 放送研究と調査, NHK 放送文化研究所, 1998年3月号, pp. 26-39
- 金子郁容. 1993. 「ボランティアもうひとつの情報社会」岩波新書 p. 65
- Toi, M. & Batson, C. D., 1982. "More evidence that empathy is a source of altruistic motivation." *Journal of Personality and Social Psychology*, 43, 281-292
- Krebs, D., 1975. "Empathy and altruism." *Journal of Personality and Social Psychology*, 32, 1134-1146
- 中島聡子・中井豊・古宮誠一. 2005. 「エージェントベースシミュレーションを利用した市民活動継続要因の考察」, 情報処理学会論文誌「知の共有から知の協創へ」特集号, vol. 46 No. 1
- 箕浦康子（編）. 2001. 「フィールドワークの技法と実際」ミネルヴァ書房
- 一番ヶ瀬康子・小林博・馬場清（編）. 2002. 「実践・福祉文化シリーズ第4巻 地域社会と福祉文化」明石書店

【謝辞】

本研究はフィールドの皆様方のご協力がなければ成り立たないものでした。心より感謝致します。また、本研究を進めるにあたって多大なアドバイスを頂きました、芝浦工業大学大学院の古宮誠一先生と芝浦工業大学システム工学部中井豊先生、進化ゲーム理論研究会の帝京大学経済学部大浦宏邦助教授と皆様方に感謝の意を表します。

ハビトウス変異とシグナリングのダーウィニアン社会学・序説

一方言変異・変な流行・バビトウス論懷疑から、パスワード改訂仮説・パラサイトシグナリング・多重シグナリングへの暗黙のご了解モデルへー

桜井 芳生
(鹿児島大学)

【要旨】

筆者は、人間の属性について、ダーウィン生物学をはじめとする自然科学的認識を直接援用しようとする社会学を試行する。いままで、人文・社会諸科学において、相互にほとんど関係がないとおもわれていた諸現象について、このアプローチは、非常に蓋然性の強い関連をしめしてくれることが多い。本稿では、とくに、ダンバーとハリスの理説を援用する。方言（とくに、方言の変異）、若者などに見られる「変な流行」、ブルデューが論じた「ハビトウスによる暗黙的選抜」論、さらには、情報の経済学で論じられる「シグナリング」、などが、この視点をとることで、相互に非常につよい通底性をもつことをみとることができる（「パスワード改訂」仮説）。さらには、この視点を「応用」して、「パラサイト・シグナリング」モデルといった社会をみるうえでの新たな視点の提案を試みる。

キーワード: ハビトウス、シグナリング、言語変異、方言周圏現象、パスワード改訂現象。

1. はじめに

現代ダーウィニアン生物学が、社会学さらには広く人文・社会科学全般にもたらしうるインパクトを、進展させる作業を、筆者は最近おこなっている。社会学をはじめとする人文・社会科学は、過去一世紀ほどにおいて、自然科学における「モデル（考え方）」を自己の領域に応用することについては、ある程度熱心であったようだ。しかし、そもそもヒトはどのような属性をもったエージェントなのか、という点においては、少数の例外を除いては、自然科学の成果に直接依拠するアプローチは少なかったと感じられる。

過去一世紀の人文・社会科学の多くがこのような傾向をもっていたこと自体、ダーウィニズム生物学をはじめとする自然科学的人間理解によって、説明することが近々可能になると、私は予感する。自然科学の圧倒的な成功にたいする劣等意識、他方において、そうでありながらも、人文・社会科学を自然科学には還元したくない・人間を他の生物と同等に扱いたくない、といったいわゆるバイオフィビア（生物学的視点の嫌悪）、おそらくこの両者がいまわって、このような傾向が生じた、と感じられる。筆者自身、社会学者をまえにして、自分の「ダーウィン生物学の成果に依拠した、ダーウィニアン社会学」の構想をかたると、ほとんどつねに、「モデル（考え方）」の部分において進化論的発想を利用した進化ゲーム論のようなアプローチですね、と「誤解」されてしまう。

筆者がめざす「ダーウィニアン社会学」とは、そうではなく、人間の属性について、ダー

ウィン生物学をはじめとする自然科学的認識を直接援用しようとする、社会学である。

このようなアプローチを指向する理由・利点はいくつかある。ここではとくに、以下の一つの理由を強調してみたい。

すなわち、いままで、人文・社会諸科学において、暗黙にあるいは明示的にきづかれていた諸現象のうちで、相互にほとんど関係がないとおもわれていた諸現象について、このアプローチは、非常に蓋然性の強い関連をしめしてくれることが多い、という理由である。

本稿では、そのうち、方言（とくに、方言の変異）、若者などに見られる「変な流行」、ブルデューが論じた「ハビトゥスによる暗黙的選抜」論、さらには、情報の経済学で論じられる「シグナリング」、などが、相互に非常につよい通底性をもつことをみてるつもりである（「パスワード改訂」仮説）。

そして、以上のように「すでに見いだされている諸現象」相互に関連をつけるだけではなく、さらには、この視点を「応用」して、「パラサイト・シグナリング」モデルといった社会をみるうえでの新たな視点の提案を試みてみたい。

2. 現代ダーウィニズムの一つとしての、ダンバーの「方言変異」論

本稿で、筆者が依拠したい現代ダーウィニズムとは、第一に、ロビン・ダンバーのいわば「方言変異」論である。方言について、世の人の前でかたると、往々にして「現代においては、さまざまな方言が消滅の危機に瀕していて、、、」とかいった反応が返ってくることが多い。しかし、ある科学的視点からすると、そもそも、方言というものが存在するという事実こそが説明を要する「謎」であるようにみえてくる。なぜなら、言語というものは、その言語を使用する人が多ければ多いほど、その利用者各人にとって便宜が増大するという性質をもっているからだ（ネットワーク外部性）。だとすれば、人類が言語を使用しはじめてこれほど長い歴史がすぎているのに、これほど、多くの言語（方言）が存在しているということとはとても不思議なことにみえてくるだろう。

このような謎にたいして、ロビン・ダンバーが、おもしろいことをいっている。

「方言にはもう一つの長所がある。少なくとも世代という尺度からみれば、比較的短期間のうちに変化することができるのだ。移住した群れは、一世代くらい経つと、同じ言葉を使っても話し方やアクセントを変化させている。オーストラリア移住者のはほとんどが過半二〇〇年の間にそこへ移ったという事実にもかかわらず、オーストラリア人と英国人のアクセントが現在どれほど異なっているか、考えてみよう。そうすると、明らかに提唱できるのは、方言はフリーライダー問題に対処するための適応形態だということだ。群れは新しい話し方、まったく同じことがらに関する新しい言い方を絶えず開発することによって、その一員を確実にたやすく見分けられるようにしている。」（Dunbar1996=1998）

彼ダンバーは、現代ダーウィニストの一人であるので、ハミルトン流の血縁的距離が近いもの同士の相互協力が存在しうることをみとめる。しかし、血縁的近親者による相互扶助には、よそ者がうちわ者を装って入り込んで、協力されることの「利得」のみを得る、という「ただ乗り（フリーライダー）」問題が生じてしまう。このフリーライダー問題への対処戦略

の一つとして、方言変異が進化したのではないかとダンバーは考えるわけである。

3. 現代日本若者における、変な流行、と、受けない化粧

本稿が第二に依拠する現代ダーウィニズムは、ジュデイス・リッチ・ハリスの「グループ・ソーシャリゼーション」理論である(Harris1998=2000)。彼女は、親が子供に文化的な影響を与えるという常識に反対し、子どもの仲間集団による影響が子どもの社会化には大きな力を持っていると主張する。彼女は言う。

「文化を改変できるのは十代後半から二十代前半で独自集団をもつ人々だ。集団性により、親や教師の世代とは一線を画したいという気持ちが駆り立てられる。自分たちは一世代前とは違った存在でありたいという気持ちがあまりに強いため、両者の違いは改善する方向へ向かうとは限らない。実際、改善ではない場合がほとんどだ。彼らは違う行動、違う思想を受け入れ、新語を造語し、斬新なファッションも生み出す。さらにこれらの行動、思想などを携えたまま成人になる。彼らは自分の子どもに差別化を図る新たな方法を生み出すという重圧を残すのだ。ママとパパはマリファナを吸っていたらしい。嫌だ嫌だ、私たちは別のものを吸いましょう！」(Harris1998=2000)。すなわち、子どもや若者においては、仲間集団への準拠が大きく、仲間集団への準拠をおこなうために、その集団の外部と無理にでも差別化をおこなう傾向があるというのである。

4. 仲間集団準拠と「パスワード改訂」仮説

以上の、ハリスの「仲間集団影響説」と、ダンバーの、「よそ者峻別マーカ―」としての「方言変異」説とを、総合して、たとえば若者文化について、以下のように仮説をたてることができるのではないだろうか。

すなわち、若者は同世代の仲間集団の影響を強くうけるのだが、「なかま/そとま」の峻別マーカ―として、「変な流行、や、ファッション」を無意識に「利用」している、と。筆者は、別のところで、昨今の日本の若い女性の「化粧」現象について分析したことがある。とくに「男受けしない化粧」、とりわけ「おじさん受けしない化粧」について、分析したことがある。そこでの主旨は、男うけ（特に、おじさん受け）しない化粧とは、この現象の一例ではないかということであった。

このような現象が、「なかま/そとま」マーカ―としてはたらくためには、「予想もできないような方向に変化」しなければならない。（そうでないと、「外部者」峻別としてつかえない）。

いわば、これらの現象は、「パスワード」の改訂になぞらえることができるのではないだろうか。パスワードはまさに、あるメンバーシップをもつものであるか否かを峻別するフィルタリング機能を担っている。しかし、パスワードは、改訂しないでずっとおなじものを使いつづけていると、やがてはなにかの拍子に第三者へと漏洩してしまう。よって、パスワードはある程度以上の頻度で改訂しなければならない。しかし、この改訂の方向は、第三者にと

って予想のつくような方向では、パスワードの機能を果たさない。

まさに、これと同様に、化粧や変な流行や方言は、第三者が予期しえないような方向に一定程度以上の速度で、変異しつづけねば、フィルタリングの機能をはたさないのだろう（パスワード改訂仮説）。

5. ブルデュー・バビトウス論への一疑問から、方言圏論へ

以上のような視点は、有名なブルデューのハビトウス（習慣）による選抜論への、ある一つの疑問にたいして、かなり答えてくれると思われる。

ピエール・ブルデューの一連の社会学的試みについては、いまではかなり有名となった。彼ブルデューの真意が那邊にあったかは、かなり研究されつつあるといえる。しかし、ブルデューの問題意識とはとりあえず独立に、彼が提起した概念装置・仮説の意義を検討する作業はあまりなされていないように感じられる。

とくに、彼が提起したいわゆるハビトウスによる選抜理論の、意義と問題点（その理論があらたに提起してしまう疑問点ならびにそれへの回答）は、ブルデュー自身の問題意識と独立に、探求されているとはいいがたい、とおもう。

われわれの問題意識にふれあうかぎりにおいて、ブルデューのハビトウスによる選抜論の骨子は以下のようなになる。すなわち、

ヒトは、幼児期の社会階層の高低におうじて、階層特有のハビトウス（習慣）を（親などから）無意識に習得する。そして、若年・成年に進んでいく際に、タテマエにおいては学力などで選抜すべき入学試験などにおいて、このバビトウスの差異によって、ヒトは高い階層へのチャンスの多寡へと選抜されてしまう。その結果、全体を客観的にみると、金持ちの子が、金持ちの子であるがゆえに金持ちにふさわしい身のこなし（ハビトウス）をみにつけ、そのおかげで金持ちになりやすい学校などに進学でき、やがては金持ちになった、すなわち、階層的再生産が生じた、だけであった。のに、当事者の視点からは、「勉強したら、あるいは、生まれつき頭よかったから」いい学校に入れて金持ちになれた、と事態が「正当化」されてしまう、わけである（文化資本の無自覚的相続による、社会階層の誤認的再生産）。

このモデルは、非常に興味ぶかい。しかし、素朴な疑問を喚起してしまう。なぜ、貧乏人は、いつまでも、自分の子孫をふたたび貧乏にしてしまうような、貧乏人ハビトウスの相続を継続しているのだろうか？、と。

この疑問は、ブルデューの視点からは容易に解かれてしまうようにみえるかもしれない。すなわち、たしかに、貧乏人が自分の子どもに貧乏人ハビトウスを相続させるは不利な行為だ。が、まさに自覚されず無意識にそうしてしまっているのだ、と。

たしかに、無意識・無自覚性がこのメカニズムにおいて効いていることについては、みとめるのに筆者もやぶさかではない。しかし、無意識性もちだすだけで、この疑問が全く払拭されてしまうとも思えない。なぜなら、ヒトをふくむ動物の行動はほとんどは無意識・無自覚におこなわれている。そうでありながらも、少なくとも平均的長期的には、各個体は自分の不利なるようなことは回避し、自分の有利になるようなことを選択する能力をもってい

るとおもわれるからだ（もし、そのような能力をもっていなかったら、彼の遺伝子は、進化史のなかで、サバイバルしなかっただろう）。

というわけで、上の疑問はいまだ残存することとなる。われわれとしては、すぐのちに「合流」するが、さしあたり「二手に分かれる、二本の流れ」によって、この疑問へ回答を提起してみたい。すなわち、第一が上述の「パスワード改訂現象」であり、第二が「限界費用の差異を利用したシグナリングメカニズム」である。

6. ハビトゥスによる選抜においてもパスワード改訂現象は生じているのではないか(仮説)

第一の流れとして、ハビトゥスによる選抜においては、パスワード改訂現象が生じているのではないかとわれわれとしては推測（仮説）してみたい。こう考えることで、上述のハビトゥスによる選抜の謎（の少なくとも一部）が解かれる、とおもわれる。説明しよう。

すなわち、もしハビトゥスによる選抜が、あるハビトゥスをもっている者たちに有利に・他のハビトゥスをもっている者たちに不利に、なるのだとしたら、たとえ無意識であっても、長期的には、下位ハビトゥス保持者たちも上位ハビトゥスを習得してしまう蓋然性がある（高い）だろう。それにたいするいわば対抗方略として、上位ハビトゥス自体が「変異」して、いわば下位ハビトゥス保持者による「おっかけ」を「ふりきる」メカニズムが進化したのではないかと考えてみたいのである。まさに、パスワード改訂メカニズムがここにも、生じているのではないかと。このようにかんがえられるのではないだろうか。

ブルデューが直接あつかった論件について、この仮説を支持する知見が存在するかどうかは知らない。しかし、われわれ日本人には、この仮説を支持すると思われる知見・現象が身近に存在する。すなわち、柳田國男が見いだした方言周圏現象である（柳田 1930）。

7. 方言周圏現象

周知のように、方言周圏現象とは、かたつむりなどの方言が、細長い日本列島において縞模様状に、すなわち（もし列島が細長くなかったと仮想すると）同心円状に分布しているという現象である。

そして、この方言の分布は、文化的中心地（すなわち、都）から、辺境にむけてある語の普及が伝播していったとみなされる。

とすると、（言語という）階層的ハビトゥスをめぐって、ここにおいてパスワード改訂現象が生じていたと推測できる蓋然性が高いのではないだろうか。

すなわち、文化的下位者たちは、文化的上位者たちのハビトゥス（ここでは言語）を、「おっかけ」的に習得したのだろう。しかし、その一方で、文化的上位者たちは、下位者たちの追撃（おっかけ）をふりきるように、新ハビトゥス（ここでは言語）を改訂していったのではないかと。言語は、比較的観察しやすいハビトゥスであるとおもう。がゆえに、ここではとくに言語をめぐって、パスワード改訂現象・その結果としての周圏現象、が観察されている。

しかし、それはじつはとくに言語にとどまらず多くの種類のハビトゥスにおいても平行して生じていたと私は見通している（もし、この「見通し」に対応する新事実が観察されれば、この視点の信憑性はなお増すだろう。どなたか、もしおこころあたりのある現象をご存じならご教示いただきたい）。

8. 「ベンツ」的シグナリング・メカニズム

ここで、一見すると上記とはすこしことなっているかのように見える視点から、ハビトゥスによる選抜論への疑問を再考してみよう。

うえでは、たとえ無意識であっても、例の暗黙の選抜過程において、上位階級のハビトゥス（育ちの良さを示すような習慣）が優遇されるのなら、なぜ、下位階級の者もそのハビトゥスを習得しないのか、と疑問点を提示した。

この疑問には、じつは、素朴な回答がありうるだろう。すなわち、下位階級の者（貧乏人）には、上位階級のハビトゥス（「上品」な習慣）を、習得するだけの「余裕がない」から、というものである。たとえば、「クラシック音楽、や、美術への、嗜好」によって、「お里が知れて」しまう事例を想起してみよう。

この回答は、じつはかなり正鵠を射ているとおもわれる。そしてまた、上記のパスワード改訂仮説と通底し、そしてまたそれを包含するものであるとおもわれる。説明しよう。

まず、すぐうえでのべた、「貧乏人には、金持ちハビトゥスを習得する余裕がない」という点が、情報経済学における「シグナリング」理論の典型的な実例（ケース）となっていることを確認しよう（Spence 1973）。

「余裕がない」と直観的にのべたが、厳密には、コストをかけて金持ちハビトゥスを習得しても、それに見合うだけのベネフィットをえられず、ペイしない、ということである。他方それにたいして、金持ちの方は、おやが同様なハビトゥスをもっている、とか、もともと金持ちなので習得（に、たとえ貧乏人と同じ金額がかかったとしても）のさいの貨幣の限界負効用が少ない、とかして、コストが相対的に貧乏人ほどかからない。あるいは、貧乏人をふりきることのベネフィットが大きい。こうして、都合、ベネフィットとコストの差し引きがペイする、ということである。

9. シグナリングメカニズムとしてのパスワード改訂

いうまでもないが、上記のシグナリングメカニズムをもたらす「ネタ」はなんでもいい。上記の関係をみたまものなら、なんでも OK である。クラシック音楽や美術への嗜好の多寡、あるいは、お茶・お花への通暁の多寡、さらには、（入試にはつかえないが）持っている車（ベンツ?!）や服装の値段など、つかえるものはさまざまだろう。

しかし、いうまでもなく、このシグナリングメカニズムは、（上位者階層にとっても）コストがかかってしまう。これは、上位者もコストをかけることで、下位者との一種の「がまんくらべ」をして、下位者をふりきるメカニズムであるからだ。

というわけで、この（とくに上位者階層にとっての）コストがすくなくればすくないほど、「性能の良い」シグナリングツールであるといえるだろう。

と、ここまでいえば、上述の「パスワード改訂」が、このような意味で比較的「性能の良い」（上位者にとってコストの低い）シグナリングツールであるといえるということはもはやいうまでもないだろう。

なにしろ、言語（とくに母語）には、習得上の臨界期が存在する。臨界期まえに、習得してしまえば、臨界期後にそれを「まねよう」としても、多大なコストがかかる。ただし、まったく変化させないでおけば、長期的には（何代もかかれば）「まね」されてしまうかもしれない。よって、「うちわ」のものにだけわかるような仕方で「改訂」しておく。そもそも、言語の体系は恣意的なものなので、この改訂は「行き届き」プロセスさえしっかり確保しておけば、比較的低いコストで可能となる、だろう。

10. パラサイト・シグナリングモデル、へむけて

さて、以上のように、現代ダーウィニズムから導出されたパスワード改訂仮説を、情報の経済学におけるシグナリング理論と接合させてみた。こうすることによってさらに、とくにすぐ上で触れたブルデューが論じた論件を再び想起することで、少しく興味深い視点を新たに提起できるように思う。いわば、「パラサイト・シグナリング」モデル、である。説明しよう。

ブルデューのハビトゥスによる選抜論において典型的にあつかわれるケースは、入試である。しかし、シグナリング理論をご存じの読者にはいうまでもないことだが、入試自身がそもそも、シグナリングの働きを持つものとして、機能しているのである。（以下数段落は、シグナリングモデルが既知の読者はとばしてください）。

ここに、能力が、「高」と「低」の二種類の学生がいたとしよう。学生は自分の能力の程度を知っているが、彼らを採用しようとする会社の方にはその情報が見えない、としよう（情報の非対称性）。

ここで会社側は、彼らを採用するさいに、「学歴」をシグナリングとして利用することが考えられる。ここでの眼目は二点ある。第一は、この学歴（教育）は、それ自体はなんら生産性の向上をもたらさなくていい、ということである。第二は、以下の帰結が生じるためには、その当該の教育（学歴）を獲得する限界費用が、能力「低」の学生の場合よりも、能力「高」の学生の場合の方が、低くなっているということが必要条件となっているということである。

いちばん、わかりやすい例としては、受験勉強にコスト（てまひま）がかかる「入試」をシグナリングにすればいい。ただし、その入試は、能力「高」の学生には比較して（限界的に）低いコストで、能力「低」の学生には比較的（限界的に）高いコストで、はじめて点数がのびるようなものであることが必要である。

このような前提条件（必要条件）のもとであるので、「いい会社」に入れる/入れない、にしても、「能力の高い学生には、合格のための受験勉強のコストを控除しても、なおその会社には入れることがペイし」、かつ、「能力の低い学生には、合格のための受験勉強のコストを

控除すると、その会社にはいってもペイしない」ような、「ちょうどよい合格水準」を設定することが可能になる。

このように、入試というものは、かなり本来的な機能のレベルで、もともとシグナリング機能を担っていた（場合が多い）といえそうである。

ところが、もともと（?）、このように受験生の本来の能力を測り取るために設計されているはずの入試が、ブルデューの事例においては受験生の別の属性（上では、階層に相関するハビトゥス）を「ふるいわける」というはたらき「をも」してしまったのである。

このように、「本来の」属性峻別の機能として設計されたシグナリングツールが、べつの属性の峻別をもしてしまうということは、意外に多いように直観される。

このような「もともと開示させたい本来の、非対称情報」だけでなく、その峻別のいわば「副作用」として、「べつの非対称情報」をも峻別してしまう現象を、パラサイト・シグナリング現象（寄生シグナリング現象）と、呼んでみよう。

このようなパラサイトシグナリング現象は、この他にも、社会のさまざまな領域で生起しているように直観される。われわれのアプローチの今後の課題の一つとして、このようなパラサイト・シグナリング現象を、さまざまないままで気づかれていなかった論件において、発見することを目指したいとおもう。

また、それを関連したもう一つの課題がありうる。すなわち、いわゆるメカニズム・デザインの問題である。

通常情報の経済学において、メカニズムデザインというと、秘匿されている非対称情報を、誘因にそくした構造を設計することで、開示させ、より望ましい社会メカニズムをデザインする課題として考えられているだろう。

われわれの議論からは、それと非常に類似しているが厳密には若干ことなる課題を意識化することが可能になる、だろう。

すなわち、多くの場合、シグナリングメカニズムは、設計者が望む（非対称）情報のみならず、当事者の別の属性に即したふるい分け（フィルタリング）として機能してしまう（とわれわれは予想する）。いかなるメカニズムをデザインすることによって、望む属性によるフィルタリングをしつつ望まない属性によるフィルタリングを働かせないか、という課題である。

11. 二重(多重)シグナリングに対する、暗黙のご了解

以上のような視点を、さらにうがってかんがえると、さらに以下のようなシナリオをも構想してみることが可能になるとおもう。いわば、「暗黙の、二重のご了解」現象である。あるいは、「タテマエ、と、ホンネ、との出来レース」モデルである。説明しよう。

すなわち、まず、第一に、このような「パラサイトシグナリング」現象がしょうじているがゆえに、上位階層は、このメカニズムを支持（すくなくとも受容）していた、のではないかということである（「第一の」（一重の）暗黙のご了解）。

すなわち、なぜ、社会的な力をもっている上位階層がこのような「公平な」（そうであるが

ゆえに、絶対的に有利な自分のポジションにたいして相対的に不利な)メカニズムを受容しているのか。さまざまな理由がありうるだろうが、その大きな一つは、上記のパラサイト・シグナリングメカニズムによって、結果的に自分たちに有利な帰結がもたらされるからだ、とかんがえることができるだろう。(第一の、暗黙のご了解)。

ただし、この点は、すでに、ブルデューが、外見上の中立性・公平性がなぜ呼び込まれるのかについて論述していることで、實際上すでにのべられていたと解釈しうるかもしれない。

筆者としては、さらに「うがった」仮説をたててみたい。すなわち、すべての場合ではないにせよかなり多くの場合において、上記のような入試シグナリングのもつ、二重の機能(表のシグナリング、と、裏のシグナリング)を、じつは下位階層も無意識には了解しているのではないか、ということである。そして、相対的劣位者との優位者との「暗黙の交渉」によって、「名目ともに、とられるよりはマシ」として、いわば「名を取って、実をゆずっている」のではないか、ということである。

すなわち、「表の、「公平な」シグナリング」と「裏の、「優位者に有利な」シグナリング」の併存を、優位者と劣位者との、暗黙の合意、ないし、暗黙の妥協、いわば「手打ちの結果」として解釈してみたいのである。

こうして、「二重の、暗黙の、ご了解」として、二重のシグナリングメカニズムの社会的受容を解釈しうるのではないか、とかんがてみたいのである。

この第二の点は、ブルデューの視点とはかなり異なった視点(というか、まさに正反対の視点)であるように感じられる。がゆえに、これがすべての場合でないにせよ成立しているとすると、本アプローチは、ブルデューの論圏の圏外へと脱したといえるだろう。が、いうまでもなく、この後者の仮説の実証は容易ではない。しかし、すくなくともある一つの場合には、ブルデュー的仮説と我々の仮説は、そこから予測される帰結を異にし、そうであるがゆえに、「実証的決着」がつけうる、と思われる。すなわち,,,,,

12. 社会変動期における、「あらかじめ約束されていた、暴露」

すなわち、ある種の社会変動期の場合において、である。筆者は、暗黙の二重のご了解を仮説した。すなわち、劣位者は、所与の状況のもとで、ないよりましな一種の「妥協」として、「名目的には公平な(多くの場合は、たんに名目的に公平であるだけでなく、実質上の「成り上がり」も「ある程度において」可能であろう)」しかし「実質的・暗黙的には、優位者有利」な、「二重シグナリングの組み合わせ」を受容(許容)していたのであった。

しかし、状況が変化すれば、劣位者によるこのような暗黙のシグナリングメカニズムの受容が、「公然化」する蓋然性・誘因が生じるだろう。いうまでもなく、劣位者たちが、優位者たちとのこのような社会関係から離脱する誘因をもちはじめたとき、である。

すなわち、「今(これまで)よりも、もっとヨリましな、選択肢」を劣位者が持つことによって、はじめて、劣位者たちは今までの関係を「虐げられていた」「不公平な」ものとして指弾する誘因をもつことになる、だろう。もし、このようなヨリましな選択肢がなかった場合、現状を、不公正なものとして指弾したとしても、みずからの自覚のもとでその不公正な関係

に甘んずる以外にかれらに道はない。

ここから、ブルデュー的仮定をとる場合、と、われわれのような仮定をとる場合での、「実証可能な差異」を導出することができるだろう。

すなわち、もしわれわれの仮説がただしければ、「劣位者の境遇が好転」したばあいに、いままでの選抜過程は、不公正であったという指弾が増大するだろう。

それにたいして、もしブルデューの仮説がただしければ、いままではソクな選抜過程であったのに、外見上の公正性にめくらましされていたのだが、より劣位者の境遇が悪化した場合に、それまでは閾値内であったがゆえに気づかれなかった自らの不利を感知し、不公正な選抜過程への指弾が生起するだろう。

このように、このようなケースに照準することで、われわれの仮説とブルデュー的仮説との「実証的決着」が可能になる、だろう。

13. 「ジェンダーバイアス」の指弾は、いつ高まる、か？

さらに、上記のような「素朴ブルデュー主義的仮説との訣別を可能にする分別可能な実証」の一スペシャルケース（特殊事例）として、いわゆる「ジェンダーバイアス」に関するちょっと非・常識的な検証仮説をたててみるのも、興味深いとおもう。

昨今のジェンダー論的文化分析・社会分析・テキスト分析の興隆についてはいうまでないだろう。これらには、さまざまなものがあるだろうが、強引に単純化してしまえば、もっともありがちなパタンのひとつは次のようなものだろう。

すなわち、いままでジェンダー（社会的性差）とは無関係ないし中立とみなされていた（というか正確には、なにもみなされていなかった）ような文化的社会的事象や諸テキストが、じつは、ジェンダー的にバイアスのかかったものであった、ということを暴露する、というものだろう。

これにたいしても、われわれの仮説的視点としては、これらの事象ならびにそれらに対するジェンダーバイアスとしての指弾それ自体（もちろんすべてではないが）を、例の「暗黙の二重のご了解」ならびに「そのお役ご免による崩壊（約束された暴露）」として解釈するわけである。

すなわち、当のジェンダーバイアスのかかった（つまり性別によって有利不利のある）文化的社会的事象を、上で述べてきた「二重のシグナリング」ツールとして解釈するわけである。「タテマエ上」はジェンダーに中立な（たとえば）能力主義的なふるい分け機能と、「暗黙の」ジェンダーふるい分け機能、という「オモテとウラの二重機能」をもったものと解釈するわけである。

そして、ジェンダー的な不利者たちも、多くの場合、このような「オモテとウラの二重機能」を暗黙で了解していた（オモテの中立的ふるい分けがあるだけ、「それさえもない、よりは、マシ」だから）。と、解釈するわけである。

注意しておくが、筆者は、なにも、ここでの言及にあたる事象が「すべて」、このように不利者によって暗黙に「ご了解」されていた、とは主張しない。しかし、すくなくならずは、こ

のように暗黙に了解されていたのではないかと仮説するのである。

もし、このような視点がなにほどであったにせよ、正鵠を射ていたとすると、そうでないとかんがえる対抗仮説に対して、実証的な決着可能な予測を導出することができるだろう。すなわち、

[予測]他の変数が同等であるとする、ジェンダー的な不利者の境遇が「好転」すればするほど、それまでジェンダー的に中立であったとされる文化的・社会的事象にたいして、「ジェンダーバイアスである」とする指弾、がなされる蓋然性がたかまるだろう、と。

14. おわりに

本稿は、現代ダーウィニズム、とくに、ダンバー的「方言変異」論が、人文社会諸科学にどのような洞察と通底性を与えてくれるかを、示そうとした。その結果、いろいろなトピックに浅く広くふれることになってしまった。この点、試論的な序説という本稿の位置づけからして、ある程度仕方がなかったかとおもう。とはいえ、読者にはいささか読みにくいペーパーとなってしまったかもしれない。今後は、ここで提起した個々の論点をさらに精緻に理論化し、実証へと接続させたい。

【文献】

- Bourdieu, Pierre, 1979. *La distinction : critique sociale du jugement* = 石井洋二郎訳. 1989. 『ディスタクシオン : 社会的判断力批判』. 新評論
- Bourdieu, Pierre, Passeron, Jean Claude, 1970. *La reproduction : elements pour une theorie du systeme d'enseignement* = 宮島喬訳. 1991. 『再生産 : 教育・社会・文化』 藤原書店
- Dunbar, R. I. M., 1996. *Grooming, gossip and the evolution of language* = 松浦俊輔, 服部清美訳. 1998. 『ことばの起源 : 猿の毛づくろい, 人のゴシップ』. 青土社
- Harris, Judith Rich, 1998. *The nurture assumption : why children turn out the way they do* = 石田理恵訳. 2000. 『子育ての大誤解 : 子どもの性格を決定するものは何か』. 早川書房
- Spence, A Michael, 1973. "Job Market Signaling," *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 87 (3) pp. 355-74
- 柳田國男. 1930. 『蝸牛考』. 刀江書院

Shiro Horiuchi

A competition model within and across groups explaining the contrast between the societies of chimpanzees and bonobos

Received: 7 November 2003 / Accepted: 25 February 2004 / Published online: 21 April 2004
© The Society of Population Ecology and Springer-Verlag Tokyo 2004

Abstract Two apes species, chimpanzees (*Pan troglodytes*) and bonobos (*Pan paniscus*), show a peculiar contrast in their social structure. The contrast cannot be explained simply by the differences in their ecological conditions, as has previously been suggested. This paper presents a mathematical model to interpret the contrast, through a competition game within and across groups. Two alternative strategies, dispersal and association, are applied to the model, in order to represent within-group-competition (WGC). Two more alternative strategies, Hawk and Dove, are also applied to the model, in order to represent between-group-competition (BGC). Mathematical analysis is executed for the frequencies of three mixed-strategists: dispersal-Hawk, dispersal-Dove and association. The population dominated by dispersal-Hawk and dispersal-Dove strategists, or by association strategists, is assumed to characterize the social structure of chimpanzees or bonobos, respectively. The model predicts that each social structure can be evolutionarily stable under the same ecological conditions, and will not easily recover once it has been replaced by the other. This stability is through a bi-directional influence: the influence of BGC on WGC and vice versa. The model suggests that the possibility of fatal violence within a group strengthens the robustness of each social structure.

Keywords Hawk–Dove game · Dispersal strategy · Association strategy · Within group competitions · Between group competitions · Robust social structure

S. Horiuchi
Laboratory of Human Evolution Studies,
Department of Zoology, Graduate School of Science,
Kyoto University, Kyoto, Japan

Present address: S. Horiuchi
Division of Behavioral Science, Faculty of Arts and Letters,
Tohoku University, Kawauchi,
Aoba-ku, Sendai 980-0862, Japan
E-mail: horiuchi@sal.tohoku.ac.jp
Tel.: +81-22-217-6037
Fax: +81-22-217-5972

Introduction

The two species of the genus *Pan*, chimpanzees (*Pan troglodytes*) and bonobos (*Pan paniscus*), have been studied for several decades by many researchers (Goodall 1986; Nishida 1990; Kano 1992). Both form male-philopatric groups in fission–fusion societies (Nishida 1968; Kano 1982). Their social structures, however, show a peculiar contrast (Nishida and Hiraiwa-Hasegawa 1987; Wrangham and Peterson 1996). Roughly speaking, chimpanzees are characterized as violent apes. Their competitions are aggressive both within (Fawcett and Muhumuza 2000) and across groups (Nishida et al. 1985). By contrast, bonobos are characterized as peaceful apes. Their competitions are relaxed both within (Kuroda 1980) and across groups (Idani 1990). In particular, infanticides and lethal raids have been reported several times among chimpanzees but never among bonobos (Goodall 1986; Nishida 1990; Kano 1992).

The contrast is often attributed to the stability of female association which, according to one hypothesis, is caused by the food distribution pattern (Wrangham 1986). It is said that the food patch of chimpanzees is small and seasonal, and females cannot associate with one another because of their strong competition for food resources within a group (Wrangham 1979). Therefore, multiple males occasionally patrol the boundary of their group to guard dispersing females against males from neighboring groups. Hence, when males or females feed alone they occasionally suffer lethal raids from patrolling males from neighboring groups (Wrangham 1999). On the other hand, it is said that the food patch of bonobos is large and not seasonal, and females can always associate with one another (White 1998). Therefore, females as well as males usually join a large, mixed-sex party, and do not feed alone. Hence, they only rarely suffer lethal raids by patrolling males from neighboring groups (Wrangham 1999). In other words, it is assumed that the food distribution pattern influ-

ences within-group-competition (WGC, van Schaik 1983), which in turn influences between-group-competition (BGC, Wrangham 1980), in the two ape species.

The hypothesis of Wrangham (1986), however, cannot fully explain the contrast between the social structures of the two ape species. Different chimpanzee populations inhabit various environments, from rich to poor. They nevertheless maintain a more or less similar pattern of social structure, within and across groups (Gombe, Goodall 1986; Mahale, Nishida 1990; Kibale, Wrangham 1999; Budongo, Newton-Fisher 1999a; Fawcett and Muhumuza 2000; Tai, Boesch and Boesch 2000). Furthermore, the environments inhabited by bonobos are not necessarily richer than those inhabited by chimpanzees (Chapman et al. 1994). Each social structure seems to be robust against changes in ecological conditions.

One could hypothesize that BGC and WGC influence each other. Hence, each social structure has robustness against changes in ecological conditions. I present here a simple game model (Maynard-Smith 1982) that considers mutual interaction of WGC and BGC, where each social structure has robustness against changes in ecological conditions. A game model is useful as a heuristic device to elucidate the condition causing the robustness of social structure (Matsumura and Kobayashi 1998).

Assumption of the model

Both chimpanzee and bonobo individuals are assumed to be variants of the same game model. All individuals are assumed to use one of two applied strategies, dispersal and association, which represent their fission–fusion societies. Dispersal strategists feed alone. Association strategists follow their group mates. Because of WGC, association strategists are assumed to suffer cost D_S ($D_S > 0$). Furthermore, they suffer additive cost D_C ($D_C > 0$) proportional to the frequency of Hawk strategists (see later sections) within their group: Hawk strategists are assumed to inflict violence on association strategists.

When two individuals from different groups see each other, they are assumed to have a battle. The battle follows a modified Hawk–Dove game (Maynard-Smith 1982) which represents BGC. Their group-mates only support the two attendants if the attendants are association strategists. Association strategists suffer WGC costs, but gain BGC benefits, since they thus avoid being involved in battles alone across groups.

There are three battle patterns possible across groups. If both the combatants are dispersal strategists, the battle follows the usual Hawk–Dove game (Fig. 1a); the winner gains benefit V , and the loser suffers no cost if it is a Dove strategist or suffers cost C if it is a Hawk strategist. For simplicity, I assume C is larger than V ($C > V > 0$). If one combatant is an association strategist and the other is a dispersal strategist, the former always defeats the latter, via the support of its group-mates

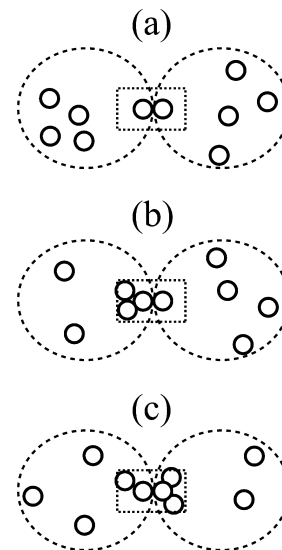


Fig. 1 Scheme of a battle across groups in three patterns. The *two dotted circles* represent two neighboring groups: each of them contains its members as *solid circles*. The *dotted square* contains individuals who are attending a battle. **a** Both the attendants are dispersal strategists. They execute the battle with no supporters, and the battle follows the Hawk–Dove game. **b** One attendant is a dispersal strategist and the other is an association strategist. The latter always defeats the former with the support of its group-mates. **c** Both the attendants are association strategists. The two attendants, with the support of their group-mates, execute the battle in a Dove-like manner

(Fig. 1b). The former gains benefit V , and the latter suffers no cost if it is a Dove strategist or suffers cost C if it is a Hawk strategist. If both the combatants are association strategists, they execute the battle in a Dove-like manner (Fig. 1c). Both gain benefit $V/2$ and suffer no cost. The group-mates who support the combatants are assumed not to gain benefit or suffer cost, for the sake of simplicity of the model.

The mathematical model has four parameters: D_S , D_C , V and C . This paper considers the value of D_S , rather than that of V , as representing the ecological condition for a population. High and low values of D_S mean poor and rich ecological conditions, respectively. Ecological conditions are assumed to change continuously from rich to poor or vice versa. The values of D_C and C represent severity of WGC and BGC, respectively.

Mathematical analysis is executed for the frequencies of three mixed-strategists: dispersal-Hawk (DH), dispersal-Dove (DD) and association (AS). Dispersal strategists can be Hawk or Dove strategists at battles between groups, since they behave independently from their group-mates. On the other hand, association strategists follow collective behavior at battles between groups, as described above. Accordingly, the three mixed strategies are possible for individuals. The frequencies of the three mixed-strategists are denoted as x , y and z ($0 \leq x, y, z \leq 1$, $x + y + z = 1$), respectively. Now $(x, y, z)^T$ and $(X, Y, Z)^T$ are the vectors of relative

frequencies of each mixed-strategist in the focal group and the neighboring group. With the dimensionless parameters defined above, I can describe the profit function of each mixed-strategist as follows.

$$\begin{pmatrix} W_{DH} \\ W_{DD} \\ W_{AS} \end{pmatrix} = - \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ D_C + D_S & D_S & D_S \end{bmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} + \begin{bmatrix} (V-C)/2 & V & -C \\ 0 & V/2 & 0 \\ V & V & V/2 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}.$$

All groups are assumed to have similar sizes. Therefore, it is plausible to assume that they have the same frequencies of the three mixed-strategists. Now substitute $(X, Y, Z)^T = (x, y, z)^T$ and $z = 1-x-y$. The profit functions of the three mixed-strategists are equivalent to

$$\begin{aligned} W_{DH} &= x(V+C)/2 + y(V+C) - C \\ W_{DD} &= yV/2 \\ W_{AS} &= x(V/2 - D_C) + yV/2 + V/2 - D_S. \end{aligned} \quad (1)$$

Fig. 2a-f Dynamics of x and y , representing the frequency of DH and DD, respectively (the frequency of AS is $1-x-y$). Two isoclines, Eqs. 3a and b, are represented as *dotted lines* and *broken lines*, respectively, on (x, y) space. (x, y) converge to each of the three points P1: $(0, 0)$; P2: $[(2D_S - V)/(V - D_C), \{V(V + 3C) - 2(V + C)D_S - 4CD_C\}/\{(V + 2C)(V - 2D_C)\}]$; or P3: $(V/C, 1 - V/C)$, depending on the values of D_C and D_S . **a** When $D_C < V/2$ and $D_S < V/2$, (x, y) converge to P1. **b** When $D_C < V/2$ and $V/2 < D_S < V(C + V - 2D_C)/(2C)$, (x, y) converge to P2. **c** When $D_C < V/2$ and $D_S > V(C + V - 2D_C)/(2C)$, (x, y) converge to P3. **d** When $D_C > V/2$ and $D_S < V(C + V - 2D_C)/(2C)$, (x, y) converge to P1. **e** When $D_C > V/2$ and $V(C + V - 2D_C)/(2C) < D_S < V/2$, (x, y) converge to P1 or P3, depending on their incipient frequencies. **f** When $D_C > V/2$ and $D_S > V/2$, (x, y) converge to P3

The population dominated by DH and DD, or by AS, is assumed to represent the social structure of chimpanzees or bonobos, respectively.

Results of the model

I can assume an evolutionary dynamics of x and y as,

$$x' = xW_{DH}/\{xW_{DH} + yW_{DD} + (1-x-y)W_{AS}\}, \quad (2a)$$

$$y' = yW_{DD}/\{xW_{DH} + yW_{DD} + (1-x-y)W_{AS}\}. \quad (2b)$$

The two equations, $x' > x$ and $y' > y$, are respectively equivalent to

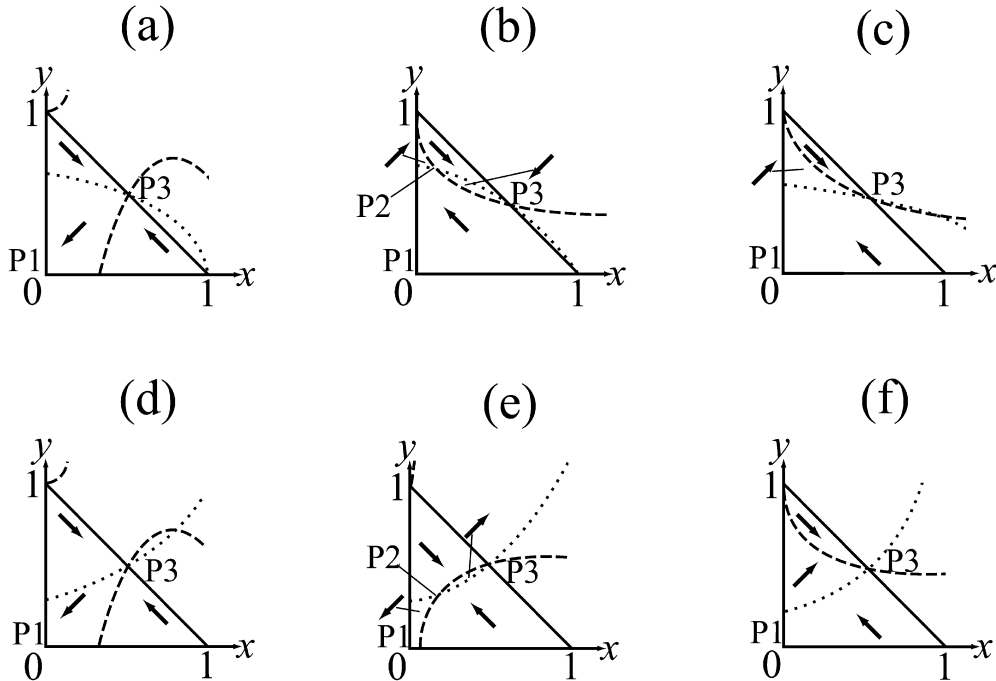
$$\begin{aligned} 2(D_S - C) - V + x\{V + 3C + 2(D_C - D_S)\} \\ + 2y(V + C - D_S) - x^2(C + 2D_C) - 2xy(C + D_C) \\ > 0, \end{aligned} \quad (3a)$$

$$\begin{aligned} 2D_S - V + 2x(C - D_S + D_C) + y(V - 2D_S) \\ - x^2(C + 2D_C) - 2xy(C + D_C) > 0. \end{aligned} \quad (3b)$$

Fig. 2 represents the two isoclines (see Appendix 1). By following the dynamics of x and y , I can investigate whether their equilibrium points are QUERY ESSs (Maynard-Smith 1982) or not. The dynamics depends on the values of D_C and D_S . If $D_C < V/2$, three ESSs appear, depending on the value of D_S . When $D_S < V/2$ (Fig. 2a), the Evolutionary Stable State (ESS) is

$$P1 = (0, 0).$$

When $V/2 < D_S < V(C + V - 2D_C)/(2C)$ (Fig. 2b), the ESS is



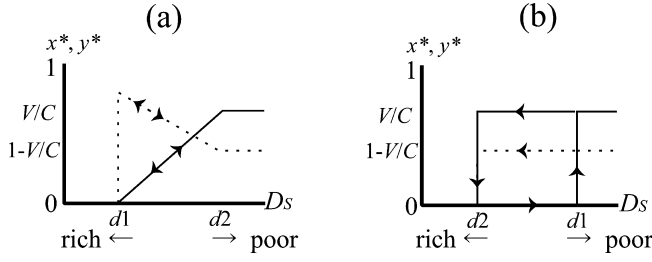


Fig. 3a, b Changes in x^* (solid line) and y^* (dotted line), representing the frequency of DH and DD at ESS, respectively, along the value of D_S (the frequency of AS at ESS is $1-x^*-y^*$). As the value of D_S is high, ecological condition is assumed to be poor, and the sum of x^* and y^* becomes small. d_1 and d_2 in the figure are $V/2$ and $V(C+V-2D_C)/(2C)$, respectively. x^* and y^* change differently, depending on the value of D_C . **a** $D_C < V/2$. (x^* , y^*) are P1, P2, or P3, when $D_S < d_1$, $d_1 < D_S < d_2$, or $d_2 < D_S$, respectively. x^* or y^* can change bi-directionally at any point of D_S within the region of $d_1 < D_S < d_2$. **b** $D_C > V/2$. (x^* , y^*) are P1, P1 or P3, or P3, when $D_S < d_2$, $d_2 < D_S < d_1$, or $d_1 < D_S$, respectively. Once the value of D_S has increased over the value of d_1 , so that (x^* , y^*) becomes P3, x^* or y^* will not decrease until the value of D_S decreases below the value of d_2 . Once the value of D_S has decreased below the value of d_2 , so that (x^* , y^*) becomes P1, x^* or y^* will not increase until the value of D_S increases over the value of d_1

$$P2 = \left(\frac{2D_S - V}{V - 2D_C}, \frac{V(V + 3C) - 2(V + C)D_S - 4CD_C}{(V + 2C)(V - 2D_C)} \right).$$

Local stability is proved with an analysis of a Jacobian matrix (see Appendix 2). When $D_S > V(C+V-2D_C)/(2C)$ (Fig. 2c), the ESS is

$$P3 = (V/C, 1 - V/C).$$

On the other hand, if $D_C > V/2$, two ESSs appear, depending on the value of D_S . When $D_S < V(C+V-2D_C)/(2C)$ (Fig. 2d), the ESS is

$$P1 = (0, 0).$$

When $V(C+V-2D_C)/(2C) < D_S < V/2$ (Fig. 2e), two bi-stable ESSs appear. They are

$$P1 = (0, 0) \text{ and } P3 = (V/C, 1 - V/C).$$

When $D_S > V/2$ (Fig. 2f), the ESS is

$$P3 = (V/C, 1 - V/C).$$

Discussion

Figure 3 represents the frequencies of DH and DD at ESS, along the value of D_S . Each frequency is represented as x^* and y^* , respectively. If $D_C < V/2$, (x^* , y^*) can be each of the three states of P1, P2 or P3 (Fig. 3a), corresponding to the case of Fig. 2a, b, or c, respectively. The frequencies of any mixed-strategists change gradually along the value of D_S . That means the social structure of chimpanzees or bonobos replaces itself

continuously, through changes in ecological conditions, as discussed by Wrangham (1986). If $D_C > V/2$, (x^* , y^*) can be each of the two states of P1 or P3 (Fig. 3b), corresponding to the case of Fig. 2d and e, or 2e and f, respectively. The frequencies of any mixed-strategist neither increase nor decrease without drastic changes in the value of D_S . That means that once the social structure of bonobos replaces that of chimpanzees, or vice versa, the original social structure will not recover until drastic reverse changes in ecological conditions occur. Hence, the present model shows an existence of the robustness of each social structure against changes in ecological conditions.

As the value of D_C becomes higher, the bi-stable region along the value of D_S , or $V(C+V-2D_C)/(2C) < D_S < V/2$, becomes wider. Thus, the possibility of fatal violence within a group, such as infanticide, is predicted to cause the robustness of their social structures against changes in ecological conditions (Kano 2001). In fact, party sizes of chimpanzees do not increase flexibly even if the sizes of the food patch or the numbers of estrous females increase (Newton-Fisher 1999b). Chimpanzees could not change their social behaviors flexibly according to changes in ecological conditions, unlike their feeding behaviors (Yamakoshi 1998).

Each of the two social structures is maintained as follows. Once DH and DD fill the population at the frequency of V/C and $1-V/C$, respectively, only two individuals with no supporters execute most of the battles across groups. Since DH and DD do not suffer collective attacks from AS, their frequencies are maintained at a high. Since DH gave high costs to AS, AS cannot invade the population. On the other hand, once AS fill the population, other group-mates always support combatants between groups. Since DH and DD always lose battles between groups, they cannot invade the population. Since AS do not suffer violence from DH within a group, their frequencies are maintained at a high. In this way, the manner of BGC stabilizes that of WGC and vice versa.

The model presented in this paper may oversimplify the social structures of the two ape species. For example, it does not distinguish the two sexes explicitly. In fact, males are more cohesive than females in chimpanzees, and the contrary is the case in bonobos (White and Chapman 1994). In chimpanzees, a party composed of multiple males (not a mixed-sex group) commits lethal raids against males of the neighboring group during boundary patrol (Nishida and Hiraiwa-Hasegawa 1987). Our purpose, however, is not to construct the two social structures completely but to find their robustness. Through the robustness identified by the model, the two social structures might have evolved through differentiation of the two sexes (Hemelrijk 2002). The model also assumed that two neighboring groups are similar sizes. In fact, a group of larger size would destroy the smaller-sized group; the males would be killed and the females recruited from the losing group to the winning group (Nishida et al. 1985). Since extinctions of groups are rare

in chimpanzees, I believe my model is enough to consider the contrast between the social structures of the two ape species.

The mathematical model would appear plausible if it could explain a similar contrast in other species. Spider monkeys (*Ateles* sp.) and woolly monkeys (*Lagothrix lagotricha*) form male-philopatric and fission–fusion societies (Symington 1990). The two species are widespread and sympatric in the western Amazon region and are similarly frugivorous (Iwanaga and Ferrari 2001). However, they show a peculiar contrast in social structure: party size is small and relationships between groups are agonistic in spider monkeys, while party size is large and relationships between groups are peaceful in woolly monkeys (Nishimura 1994; Strier 1994). Some populations of woolly monkeys try to maintain the cohesiveness of their group by feeding on insects, even when the food quantity and quality is poor (Di Fiore and Rodman 2001). That is, two species of atelines, geographically and genetically distant from *Pan*, show us a similar contrast as that found in *Pan*. The same model presented here could also explain the contrast of those two social structures.

Chimpanzees and bonobos have been used as the models for reconstructing hominid social structure (Wrangham and Peterson 1996). We do not know exactly which type of social structure the early hominids had, whether similar to that of chimpanzees or that of bonobos. Chimpanzees are assumed to have acquired social structures suited for poor ecological conditions when they scattered in various environments. Although some populations now inhabit as rich environments as bonobos, they appear to maintain their robust social structure suited for poor environmental conditions. Bonobos may also maintain their social structure, even if the ecological conditions of their habitats become as poor as those inhabited by chimpanzees. Hence, our model suggests that either type is possible as the prototype of the early hominids' social structure. In any possible habitat, they could have kept their social structure stable against changes in ecological conditions.

Acknowledgments I thank T. Nishida, J. Yamagiwa, S. Suzuki, and other members of the Laboratory of Human Evolutionary Studies, Kyoto University for their valuable advice and discussion. I thank K. Adachi, H. Takasaki, and G. Yamakoshi for carefully reading early drafts and for their critical comments. I also thank A. Nishimura for permission to read his unpublished paper. I also thank one anonymous referee for improvement in my manuscript. This research was financially supported by the MEXT Grant-in-Aid for the 21st COE Program, Biodiversity (A14).

Appendix 1

The two isoclines cross each other only at P2 and P3. P2 is within the region of $0 < x$, $0 < y$ and $x + y < 1$, when $D_C < V/2$ and $V/2 < D_S < V(C + V - 2D_C)/(2C)$, or when $D_C > V/2$ and $V(C + V - 2D_C)/(2C) < D_S < V/2$. P3

is always on the line of $x + y = 1$. To analyze the dynamics of x and y , it is enough to investigate the six cases of (a) $D_C < V/2$ and $D_S < V/2$, (b) $D_C < V/2$ and $V/2 < D_S < V(C + V - 2D_C)/(2C)$, (c) $D_C < V/2$ and $V(C + V - 2D_C)/(2C) < D_S$, (d) $D_C > V/2$ and $D_S < V(C + V - 2D_C)/(2C)$, (e) $D_C > V/2$ and $V(C + V - 2D_C)/(2C) < D_S < V/2$, and (f) $D_C > V/2$ and $V/2 < D_S$.

Now transform Eqs. 3a and b into

$$2y\{(V + C - D_S) - (C + D_C)x\} > (1 - x)\{(2C + V - 2D_S) - (C + 2D_C)x\}, \quad (4)$$

$$y\{(V - 2D_S) - 2(C + D_C)x\} > (C + 2D_C)(x - X1)(x - X2), \quad (5)$$

respectively, where $X1 < X2$ and $X1, X2 = [C + D_C - D_S \pm \sqrt{\{(C - V)(C + 2D_C) + (D_C + D_S)^2\}}]/(C + 2D_C)$. The shape of Eq. 4 depends on the relationship between values of 1, $(V + C - D_S)/(C + D_C)$, and $(2C + V - 2D_S)/(C + 2D_C)$. The shape of Eq. 5 depends on the relationships between values of $(V - 2D_S)/[2(C + D_C)]$, $X1$, and $X2$.

In the case of (a), simple algebra shows that $1 < (V + C - D_S)/(C + D_C) < (2C + V - 2D_S)/(C + 2D_C)$ and $(V - 2D_S)/[2(C + D_C)] < X1 < X2$. Therefore, I can illustrate the two isoclines as Fig. 2a. The ESS is P1. In the same way, I can illustrate Fig. 2b–f to find the ESS in each case.

Appendix 2

To analyze the local stability of the system at P2, I derive the Jacobian matrix. Hereafter, it is assumed that $D_C < V/2$ and $V/2 < D_S < V(C + V - 2D_C)/(2C)$. Now rewrite Eqs. 2a and b as $x' = F(x, y)$ and $y' = G(x, y)$. The Jacobian matrix is

$$\begin{bmatrix} \partial F(x, y)/\partial x & \partial F(x, y)/\partial y \\ \partial G(x, y)/\partial x & \partial G(x, y)/\partial y \end{bmatrix}.$$

Now substitute $x = (2D_S - V)/(V - 2D_C)$ and $y = [V(V + 3C) - 2(V + C)D_S - 4CD_C]/(V + 2C)(V - 2D_C)$. The characteristic equation of this matrix is

$$\begin{aligned} r^2 V^2 \{V^2 + 3CV - 4CD_C - 2(C + V)D_S\} \\ - 2rV \{2CD_S^2 + (2VD_C - 2V^2 - 3CV - 2C^2)D_S \\ - (4C + V)VD_C + V(V + C)(V + 2C)\} \\ + 4CD_S \{(V + C)V - 2VD_C - 2CD_S\} = 0, \end{aligned}$$

where the eigenvalues are represented as r . Now symbolize the left side of this equation as $H(r)$. $H(r)$ has its minimum value at its axis, since the coefficient of r^2 is positive. The axis is

$$\begin{aligned} \{2CD_S^2 + (2VD_C - 2V^2 - 3CV - 2C^2)D_S - (4CV + V^2)D_C \\ + V^3 + 3V^2C + VC^2\}/V \{V^2 + 3CV - 4CD_C - 2(C + V)D_S\}. \end{aligned}$$

Simple algebra shows that the axis is larger than 0 and smaller than 1, and that $H(0) > 0$, $H(1) > 0$. Therefore, the absolute values of the eigenvalues are smaller than 1, as long as they are real numbers. The discriminant of the characteristic equation is $(2D_S - V)(D_C^2 A + D_C B + E)$, where

$$A = 2D_S V^2 - V(4C + V)^2,$$

$$B = 4D_S^2 VC - 2D_S(V + 2C)(2V^2 + 3VC + 4C^2) + 2V(V + 4C)(V^2 + 3(VC + C^2)),$$

$$E = 2D_S^3 C^2 - D_S^2 C(4V^2 + 13VC + 12C^2) + 2D_S(V^4 + 5V^3 C + 10V^2 C^2 + 9VC^3 + C^4) - V(V^2 + 3VC + C^2)^2.$$

Now consider the equation $I(D_C) = D_C^2 A + D_C B + E$. Simple algebra shows $A < 0$ and $0 < -B/(2A) < V/2$. Therefore, $I(D_C)$ has its minimum values at $D_C = 0$ or $D_C = V/2$. Simple algebra shows $I(0) > 0$ and $I(V/2) > 0$. Therefore, the discriminant is positive. Accordingly, it was shown that the absolute values of the eigenvalues are smaller than 1, and that P2 is locally stable.

References

- Boesch C, Boesch H (2000) The chimpanzees of the Taï forest: behavioral ecology and evolution. Oxford University Press, Oxford
- Chapman CA, White FJ, Wrangham RW (1994) Party size in chimpanzees and bonobos: a reevaluation of theory based on two similarly forested sites. In: Wrangham RW (ed) Chimpanzee culture. Harvard University Press, Cambridge, pp 41–57
- Di Fiore A, Rodman PS (2001) Time allocation patterns of lowland woolly monkeys (*Lagothrix lagotricha poeppigii*) in a neotropical Terra Firma forest. *Int J Primatol* 22:449–480
- Fawcett K, Muhumuza G (2000) Death of a wild chimpanzee community member: possible outcome of intense sexual competition. *Am J Primatol* 51:243–247
- Goodall J (1986) The chimpanzees of Gombe: patterns of behavior. Harvard University Press, Cambridge
- Hemelrijk CK (2002) Despotic societies, sexual attraction and the emergence of male ‘tolerance’: an agent-based model. *Behaviour* 139:729–747
- Idani G (1990) Relations between unit-groups of bonobos at Wamba, Zaire: encounters and temporary fusions. *Afr Stud Mon* 11:153–186
- Iwanaga S, Ferrari SF (2001) Party size and diet of syntopic Atelids (*Ateles chamek* and *Lagothrix cana*) in Southwestern Brazilian Amazonia. *Folia Primatol* 72:217–227
- Kano T (1982) The social group of pygmy chimpanzees (*Pan paniscus*) of Wamba. *Primates* 23:171–188
- Kano T (1992) The last ape: pygmy chimpanzee behavior and ecology. Princeton University Press, Princeton
- Kano T (2001) Counter strategies against potential infanticide?: reconsideration of social characteristics of *Pan paniscus*. *Prim Res* 17:223–242 (in Japanese with English summary)
- Kuroda S (1980) Social behavior of the pygmy chimpanzees. *Primates* 21:181–197
- Matsumura S, Kobayashi T (1998) A game model for dominance relations among group-living animals. *Behav Ecol Sociobiol* 42:77–84
- Maynard-Smith J (1982) Evolution and the theory of games. Cambridge University Press, Cambridge
- Newton-Fisher NE (1999a) Infant killers of Budongo. *Folia Primatol* 70:168–169
- Newton-Fisher NE (1999b) Association by male chimpanzees: a social tactic? *Behaviour* 136:705–730
- Nishida T (1968) The social group of wild chimpanzees in the Mahali Mountains. *Primates* 9:167–224
- Nishida T (ed) (1990) The chimpanzees of the Mahale Mountains: sexual and life-history strategies. University of Tokyo Press, Tokyo
- Nishida T, Hiraiwa-Hasegawa M (1987) Chimpanzees and bonobos: cooperative relationships among males. In: Smuts BB, Cheney DL, Seyfarth RM, Wrangham WR, Struhsaker TT (eds) Primate societies. University of Chicago Press, Chicago, pp 165–177
- Nishida T, Hiraiwa-Hasegawa M, Hasegawa T, Takahata Y (1985) Group extinction and female transfer in wild chimpanzees in the Mahale National Park, Tanzania. *Z Tierpsychol* 67:284–301
- Nishimura A (1994) Social interaction patterns of woolly monkeys (*Lagothrix lagotricha*): a comparison among the Atelines. *Sci Eng Rev Dos Univ* 35:235–253
- van Schaik CP (1983) Why are diurnal primates living in groups? *Behaviour* 87:120–144
- Strier KB (1994) Brotherhood among Atelines: kinship, affiliation and competition. *Behaviour* 130:151–167
- Symington MM (1990) Fission–fusion social organization in *Ateles* and *Pan*. *Int J Primatol* 11:47–61
- White FJ (1998) Seasonality and socioecology: the importance of variation in fruit abundance to bonobo sociality. *Int J Primatol* 19:1013–1027
- White FJ, Chapman CA (1994) Contrasting chimpanzees and bonobos: nearest neighbor distances and choices. *Folia Primatol* 63:181–191
- Wrangham RW (1979) Sex differences in chimpanzee dispersion. In: Hamburg D, McCown ER (eds) The great apes. Benjamin/Cummings, Menlo Park, pp 13–53
- Wrangham RW (1980) An ecological model of female-bonded primate groups. *Behaviour* 75:262–300
- Wrangham RW (1986) Ecology and social relationships in two species of chimpanzee. In: Rubenstein DI, Wrangham RW (eds) Ecological aspects of social evolution: birds and mammals. Princeton University Press, Princeton, pp 352–378
- Wrangham RW (1999) Evolution of coalitionary killing. *Y Phys Anthropol* 42:1–30
- Wrangham RW, Peterson D (1996) Demonic males. Houghton Mifflin, New York
- Yamakoshi G (1998) Dietary responses to fruit scarcity of wild chimpanzees at Bossou, Guinea: possible implications for ecological importance of tool use. *Am J Phys Anthropol* 106:283–295

不確実性を伴う意思決定の非合理性に対する合理的説明

河野 敬雄 (広島修道大学)

要旨

決定論的世界観は、現実の力学的世界がニュートンに始まる微分方程式モデルを解くことによって決定論的に予測できる、という信念に裏付けられている。たとえ、現実にはあり得ないことが明白であっても綿 1 グラムと鉄 1 グラムを地上で落下させた場合、理想状態では同じ速度で落下する、と信じて疑わない。にもかかわらず不確実な予測を伴う場合、大数の法則を考慮したり、ベイズの定理を計算して予測に応用しよう、という態度は希薄である。逆に人間の直感によって得られる解が如何に不合理であるか、という研究は数多く行われている。本稿では、その中で、Boudon が主観的合理性を論じる際に引用してある例 ([10]) とゲーム理論の分野で知られているムカデ・ゲームについて、コルモゴロフ (1933, [22]) によって確立された純粋数学としての公理的確率論の公理を前提に、新しい合理的説明モデルを提案する。

キーワード：合理的意思決定、ムカデゲーム、主観確率

§0. 序

直感的な「確率」を実証と照らし合わせて検証しようという試みは結構古い歴史を持っている。今、3つのサイコロを同時に振って出た目の和が 9 である確率と 10 である確率を比較しよう。目の和が 9 となる場合は

$$(1, 2, 6), (1, 3, 5), (1, 4, 4), (2, 2, 5), (2, 3, 4), (3, 3, 3)$$

の 6 通りであるのに対して、目の和が 10 となる場合は

$$(1, 3, 6), (1, 4, 5), (2, 2, 6), (2, 3, 5), (2, 4, 4), (3, 3, 4)$$

であり、同じく 6 通りである。にもかかわらずイタリアの貴族 (= 賭博師?) による経験では目の和が 10 となる場合の方がわずかに起こりやすいことが知られていたようである。上記のように場合の数は同じであるから実現頻度はほぼ五分五分であろう、という素朴な推論は正しくない、何故か? と疑問に思い、当時最高の学者であったガリレオ・ガリレイ (1564-1642) に問いただした、ということ自体、まず評価されてよいことである。残念ながら筆者が知る限り、日本または中国の王侯貴族、知識階級の間で、このように数理的推論と事実との食い違いをさらに突き詰めて考察、探求しようとした例はないように思われる。

さて、ガリレオの解答はよく知られているように、たとえ見た目には区別がつかないサイコロであっても区別して場合の数を勘定せよ、というものであった。その結果は、3つの目の和が 9 である場合の数は 25、3つの目の和が 10 である場合の数は 27 となって、わずかではあるが 3つの目の和が 10 である場合の方が有利であり経験的事実をよく説明している、というもので

あった。経験的事実の集積，直感的推論，その検証，より深い考察に基づく数理モデルの提出，その検証というこの一連のプロセスは現代の（少なくとも自然科学の）研究においても基本的に何の変更を加えることなく通用する研究態度である。

しかしながら，不確実さを伴う判断ないし選択を強いられた場合「確率」の値がはっきりと指定されている場合でも，必ずしも「合理的」推論が出来ず，直感と合わない，といって実証もできそうにない例というものも古くから知られている。そのひとつがいわゆるペテルスブルグ問題（ペテルスブルグのパラドックス）である。

いま，A が公平な硬貨を表が出るまで投げ続けて， n 回目に初めて表が出たとするとその時点で A は 2^n のドルもらえる，という賭けに誘われたとする。このとき，A は何ドルまでなら支払ってこの賭けをするのが有利であろうか，という問題である。当然，A の受け取る賞金の期待値以下であれば掛け金を払って賭けをする方が有利である。ところが，期待値は実現確率 \times そのとき受け取る金額の合計であるから，

$$\text{このゲームで受け取る賞金の期待値} = \sum_{n=1}^{\infty} (2^{-n} \times 2^n) = +\infty$$

となつて，期待値は無量大，つまりいくら支払ってもこの賭けは A にとって有利なのである。しかし，多くの人は 10 ドルでもこの賭けのために支払おうとはしない，と言われている。何故か，とうことはこれまた古くから説明が試みられている。例えば，ダニエル・ベルヌーイ (1700-1752) は人間の評価（期待値）は金額が大きくなるに従って額面よりも小さくなる（効用逡減の法則を仮定した効用関数を導入することに相当する），として金額の対数をとって平均することを提案している。この場合，期待値が有限（きわめて小さい値）になることは確かであるが，客観的な実証データが得られるようには思われないので検証しようがない。

数学的には級数のいわゆる収束のオーダー（この場合は発散のオーダー）の問題のように思われる。つまり，2 百万ドル以上を得るためには 20 回以上裏が出続ける必要があるが，初めて表が出る平均回数はわずかに 2 回なのである。10 回裏が続けて出た場合はその時点で 2^{10} のドルを支払って賭けをやめて貰う，という変更をしても現実的にはさしたる変更ではないと感じるであろうが，この場合の期待値は 12 ドルである。数学的実証性から言えば，例えば 1 秒間に 100 億回の賭けをして，それを 100 億年続けた場合には，高い確率で十分大きな算術平均の値が得られるであろうが，現実的であるとは誰しも思わないであろう。

ペテルスブルグのパラドックスに関してはその後多くの人（ただし，数学者以外の人が多いようであるが）が論じているが筆者を納得させるような説明は見当たらない。

確率評価のパラドックスとして心理学の分野の実証研究では，例えばエルスバークのつぼの問題がよく知られている ([38])。客観的には同一の条件を与えても，合理的推論から人間の判断がずれる現象は「フレーミング効果」という名前で知られている。これらはいずれも期待値から予想される合理的判断と多くの人間の直感的判断にずれがあることを示している。

確率の直感的理解と合理的理解との乖離については，相当に数学的思考訓練を積んでいると思われる科学者でさえ例外ではない。たとえば，偏微分方程式論の分野では先駆的業績を残している数学者ダランベール (1717-1783) は，2 枚の硬貨を同時に投げた場合，表が 0 枚，1 枚，2 枚出る確率が等しい，と終生信じていたといわれる ([44])。なお，彼の考え方が自明に誤りで

ある、と考えるのも誤りである。何故ならば、統計力学において、ある状況下では二つのボール（サイコロ、硬貨）を区別しないで場合の数を数える必要があるからである（ボーズ・アインシュタイン統計という。フェラー [15], 33 頁を参照されたい）。

本稿においては、前述のように、微分方程式を前提とした決定論的推論と違って、未だに様々な考察あるいは疑問が提出されている人間の直感的確率評価と、数理モデルとの乖離を取り上げて新たな説明モデルを提案するものである。人間の直感的確率評価があてにならないことは古典的確率論の大成者であり、かつ決定論の権化（ラプラスの魔という）のようにいわれるラプラス（1749-1827）が「確率の見積もりにおける錯覚について」（[25], 132 頁）、においてつとに指摘していることではあるが未だに定説をみていないように思われる。

以下本稿の内容は数理社会学会における口頭発表

(I) 確率評価の錯覚 主観的合理性の 1 側面 第 33 回数理社会学会（東京工業大学，2002 年 3 月）

および

(II) ムカデ・ゲーム再考 後ろ向き帰納法の回避モデル 第 35 回数理社会学会（慶応義塾大学，2003 年 9 月）

のレジメに加筆修正を加えたものである¹。

(I) 確率評価の錯覚－主観的合理性の 1 側面

§1.1. 動機および目的

Boudon(1989,[10],174 頁) は「主観的合理性」概念の重要性を論じる際に次のような例を引用している ([42]) 。

「被験者は、実験者によってコインの表－裏をあてるゲームの出る面を予測するように求められる。しかしながら、そのゲームで使われるコインは歪んでいて、表と裏は、0.8 と 0.2 の確率で出現する、と被験者は告げられる。たいていの場合、被験者は誤った解決法を選択する。すなわち、彼らは、予測されようとする一連のデータと同じ確率によって制御された出現規則を生成するのである。言いかえれば、彼らは、0.8 の確率で「表」の出現を、また 0.2 の確率で「裏」の出現を予測することを選ぶのである。そうすることによって、彼らは、0.68(註： $= 0.8 \times 0.8 + 0.2 \times 0.2$ ここでは、暗に独立性を仮定している) の確率で出現する面を正確に予測するのである。これは、もし彼らがすべての試行で表を予測することを選択する場合に得るであろう結果と比べても貧弱な結果である。なぜならば、それぞれの出現を彼らが正確に予測する確率は、この場合 0.8 と等しくなるからである。」

この事実は 1930 年代にすでに心理学の分野で動物実験、および人間について観察された現象と同一であると思われる。小野 茂 によると「確率一致現象」と呼ばれている（心理学の分野でどの程度普遍的用語かは不明 ([30], [31]。なお，[30] の 2 章「確率学習」のデータは [16] によっている。）

¹本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金（基盤研究 (B)）「秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ」（研究代表：大浦宏邦，課題番号：14310095，2002 年-2004 年）の援助を受けた

確率一致現象を説明する数理モデルは心理学の分野ではすでにいろいろ知られている．例えば，Estes の刺激標本モデル (stimulus-sampling model), Atkinson の強弱条件付けモデル (strong and weak conditioning model), Suppes & Atkinson の観察反応モデル (observing-response model) 等である．確率一致現象はゲーム理論の合理性と矛盾するために、「合理性」の観点から様々な議論されてきた．(H.A.Simon (1982) [37], Thrall,R.M. Coombs,C.H. & Davis,R.L. [11])

§1.2. 主観的合理性

同じ長さの線分の両端の補助線の違いによって、視覚的には同じ長さに見えない、という視覚における錯覚現象はひろく知られている．しかしながら、この事実をもって、体系的に「主観的幾何学」なるものが考察されたことはない．一方、確率、特に条件付確率に対する直感的評価が必ずしも確率の公理からの計算結果と一致しないことは古典確率論を大成したといわれるラプラス自身が強調していることである．彼のエッセイ (『確率の哲学的試論』内井惣七訳 岩波文庫青 925-1(1997)132 頁-142 頁、「確率の見積もりにおける錯覚について」) においても一章を割いて論じている．彼は「視覚に錯覚があるように精神にも錯覚がある．そして、さわってみて目の錯覚が正されるように、反省と計算によって精神の錯覚も正される」(同書 132 頁)、と主張している．

なお、Feldman ([14], 440 頁) によると「金銭でもって動機付けられると、被験者は二者択一実験で各回ごとに一番起こりそうな事象を予測することがわかった」と述べているから、一定の条件下では確率的錯覚を免れる可能性はある(丁度、視覚の錯覚が解消されるように)．ひとつの可能性として、予測することを求められているわけではなく、自己の利益を最大にすることを求められている、という違いではないだろうか．

本稿の目的は、「確率一致現象」が、数理モデルで表されるある種の「錯覚」から起こり得ることを示すことである．

§1.3. 確率評価の錯覚—数理モデルによる表現

被験者(プレイヤー I)が実験者(プレイヤー II)の提示するランダムな信号(a or b)を推量することを求められているから、プレイヤー I の利得行列は

| | | |
|---|---|---|
| | a | b |
| a | 1 | 0 |
| b | 0 | 1 |

となる(行がプレイヤー I の戦略、列がプレイヤー II の戦略)実験はまず、プレイヤー I が推量して、次にプレイヤー II が信号を提示してゆくので、本来は展開形のゲームであるが、基本的なアイデアを説明するためにまず標準形のゲームとして定式化する．混合戦略を含めて表現するためにプレイヤー I の選ぶ戦略 X は確率変数とみなすことが出来る(確率概念を用いる時に分布で表現するのはよい定式化ではない)．同様にプレイヤー II の選ぶ戦略を Y で表す．ただし、被験者は実験者が次に提示する信号を推量することを求められているから、 X と Y は必ずしも独立な確率変数であるとは限らない(通常非協力ゲームでは独立性を仮定している)．つまり、 (X, Y) は (a, a) , (a, b) , (b, a) , (b, b) のどれかの値を取る確率変数である．このとき、

プレイヤー I の利得 $u_{X,Y}$ は

$$u_{X,Y} = P(X = a, Y = a) + P(X = b, Y = b)$$

である (注意: $u_{X,Y}$ は確率変数ではない.) この問題ではプレイヤー II の利得は考慮しないプレイヤー I のひとりゲームである. 従って,

問題: 確率変数 Y の周辺分布 $P(Y = a) = p$, $P(Y = b) = 1 - p$ を所与としたときに, プレイヤー I の利得 $u_{X,Y}$ を最大にする戦略 X を求めよ. ただし, 確率変数 X と Y は必ずしも独立とは限らない.

この問題の解は次の定理によって与えられる.

定理 1: (X, Y) の分布を次のように定めた場合に, $u_{X,Y}$ は最大値をとる.

$$P(X = a, Y = a) = p, P(X = a, Y = b) = 0,$$

$$P(X = b, Y = a) = 0, P(X = b, Y = b) = 1 - p.$$

証明: (X, Y) の分布は今の場合, パラメーター 3 つで表現されるが (根元事象が 4 個あるから) $P(Y = a) = p$ が所与であるから, 後 2 個のパラメーター (s, t) を次のように定める.

$$P(X = a/Y = a) = s, P(X = a/Y = b) = t. \quad 0 \leq s \leq 1, 0 \leq t \leq 1.$$

ここで, $P(A/B)$ は事象 B (ただし, $P(B) \neq 0$) を与えたときの事象 A の条件付確率 $P(A \cap B)/P(B)$ を表す. このとき,

$$\begin{aligned} u_{X,Y} &= P(X = a, Y = a) + P(X = b, Y = b) \\ &= P(X = a/Y = a)P(Y = a) + P(X = b/Y = b)P(Y = b) \\ &= sp + (1 - t)(1 - p) \end{aligned}$$

従って, 容易に分かるように $u_{X,Y}$ は $s = 1, t = 0$ の時に, 最大値は 1 をとる. このことは確率分布が

$$P(X = a, Y = a) = p, P(X = a, Y = b) = 0,$$

$$P(X = b, Y = a) = 0, P(X = b, Y = b) = 1 - p,$$

を意味する, つまり定理が証明された.

しかしながら, この定理は $P(X = Y) = 1$ を意味するから, ランダムに戦略を決めている相手の手を完全に予測することを意味しており, 現実には不可能である. しかし, プレイヤー I は相手の手を予測するように要請されて, 必死に予測を行なおうとする結果, 次のような錯覚に陥るであろう.

確率評価の錯覚: プレイヤー I は最良の予測と信じて次のような戦略を選択する.

$$P(X = a/Y = a) = P(Y = a), \quad P(X = b/Y = b) = P(Y = b).$$

この定式化は Boudon の次の文章を数式で表現したと見なすことも出来る ([10],175 頁)

「the subjects made the conjecture that, in order to replicate a model, a good strategy is to generate the copy by applying the very rules that govern the production of the model.」

さて、上記のような錯覚に陥った場合の論理的帰結は次の定理によって示される。

定理 2: 「確率評価の錯覚」のもとでは、確率変数 X と Y は独立である。

証明: 仮定によって、 $s = p$, $t = 1 - P(X = b/Y = b) = 1 - (1 - p) = p$ であるから、

$$\begin{aligned} P(X = a) &= P(X = a/Y = a)P(Y = a) \\ &\quad + P(X = a/Y = b)P(Y = b) \\ &= p^2 + p(1 - p) = p. \end{aligned}$$

従って、

$$\begin{aligned} P(X = a, Y = a) &= P(X = a/Y = a)P(Y = a) \\ &= p^2 = P(X = a)P(Y = a). \end{aligned}$$

故に、事象 $(X = a)$ と $(Y = a)$ は独立。残りの組合せはこの等式から自動的に独立となることが知られている（簡単な計算によって確かめられる）から、確率変数 X と Y は独立である。なお、 $P(X = a) = p$ となることから、「確率一致現象」も説明できる。本稿の数理モデルの特徴は、確率変数 X と Y の独立性がアプリアリな大前提ではなくて、モデルからの帰結として導かれることである。

確率変数 X と Y が独立となった結果、繰り返し試行においては強大数の法則が成り立ち、データの相対頻度は Y の分布と一致する。つまり、確率一致現象が観察される。ただし、繰り返し試行の数理モデルは厳密には確率変数列で表現しなければならないから、もう少し精密な定式化が必要である。

さて、もしも最初から X と Y の独立性を仮定すると

$$\begin{aligned} u_{X,Y} &= P(X = a, Y = a) + P(X = b, Y = b) \\ &= P(X = a)p + P(X = b)(1 - p) \\ &= P(X = a)(2p - 1) + 1 - p. \end{aligned}$$

となるから、 $p > 1/2$ ならば $P(X = a) = 1$ とするのが合理的選択理論においては最良の戦略である。かくて、被験者は社会学者から「君の戦略は合理的ではないね」、と言われるのである。

§1.4. コメント：問題点ならびに各種実験上の差異

(1) 確率とは何か、ということは自明なことではないと思われる。従って、被験者に確率評価を行なわせる場合、どのように問題を提示するかは重大な問題である。上記の文献に引用さ

れている実験においては、問いかげそのものの妥当性に若干の疑義があるように思われる。もともとランダムな現象を予測させることに問題がある上に、正直に予測しようとするれば、応答が提示条件と独立にはならないのが自然であろう。にもかかわらず、最初から独立性を仮定した上で最適解を「正解」と見なすのはどうもだまされた気がする。また、提示するランダム現象の確率を被験者にどう提示するかの違いが結果に本質的に関わってくる可能性は否定できないように思われる。少なくとも、3通りの違いがある。

(a) 被験者自身が客観的に確率評価できる場合。辻 ([42]) の実験においては、サイコロの目が1から4であるか、5または6であるか、を問題として提示している。

(b) 被験者に数字で確率を与える場合。Boudon に引用してある例では、確率は0.8と0.2である、と指示されている。被験者自身が状況判断したわけではない。

(c) 被験者には確率分布を教えないまま、ランダムに提示する。Feldman の例がこの場合に相当する、と考えられるが、相手が人間の場合、被験者と実験者との心理的駆け引きが行なわれる可能性がある。動物実験においては当然この状況となる。この場合、被験者は経験的に確率分布を推定せざるを得ない。動物実験においても「確率一致現象」は起こり得る、と言われている。なお、引用文献では明示的な説明がないが、どのような仕方でもランダムな列を与えたかは大きな問題である。なぜならば、これがランダムな数列だ、という定義は出来ないからである。

(2) Grant-Hake-Hornseth ([16], p.4r) では、被験者は

$$P(X = a, Y = b) = P(X = b, Y = a)$$

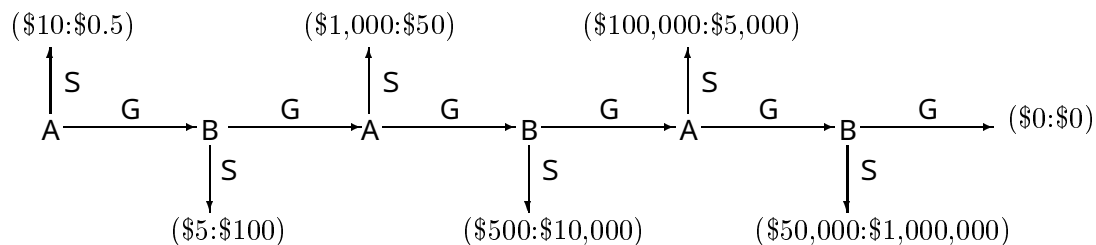
が成り立つように予測しているに違いない、というモデルを述べている。つまり、 $\{X = a\}$ でのミスの確率と $\{X = b\}$ でのミスの確率が等しくなるように推量している、というのである。独立性を仮定すれば、この等式から容易に $P(X = a) = P(Y = a)$ が導かれる。しかし、大前提として独立性を仮定しているのは問題である。

(II) ムカデ・ゲーム再考—後ろ向き帰納法の回避モデル—

§2.1. 動機

社会学あるいは心理学において、のパラドックスとかのジレンマと呼ばれている話は数理的に考えた場合、パラドックスでもジレンマでもなく正解は一意に、かつ自明に求められる場合が多い(注1)。では何故パラドックスとかジレンマと呼ばれるのであろうか。それはひとえに当該のモデルの結論が社会的常識に反し、心理的に受け入れ難いからである。社会科学における数理モデルが社会現象ないし、一般人の常識を可能な限り正確に説明しなければならない、とするならば数理モデルの前提となっている仮定を再検討し、説明力を増すようにモデルの仮定を修正する必要がある。本稿では土場 ([12]) によって論じられ、佐藤 ([35]) によって批判的に取り上げられている、いわゆる「ムカデ・ゲーム」を再考してみたい。

§2.2. ムカデ・ゲーム



ムカデ・ゲームは展開形ゲームであって、上図のように偶然手番のない完全情報2人ゲームである。先手番Aの選択枝はS（ストップ）とG（ゴー）の二つで、もしSを選択するならばゲームはそこで終了し利得ベクトル（\$10:\$0.5）を得る。左側の数字がプレイヤーAの利得、右側の数字がプレイヤーBの利得である。もしAがGを選択するとゲームは続き、Bの手番となる。Bの選択枝もAと同じSとGの二つで、意味も同じである。BがSを選択した場合、ゲームは終了し、利得ベクトル（\$5:\$100）が得られる。以下同様にゲームは終了するか続けるかが選択され、高々 $2n$ 回まで続けた後、 $2n$ ($n \geq 1$) 回目にプレイヤーBがGを選択した場合は強制的にゲームを終了して、その利得は両者ともゼロであるとする。図のとおり、ゲームが終了した場合の利得は何回目終了したかによって異なる。利得構造は次々回に自分の手番にもし戻って来た時にSを選択してゲームを止めると前回の自分の手番で止めたときより利得が多い。ところが、次回の相手の手番の時に相手がSを選択してゲームが終了すると自分の利得は今Sを選択してゲームを止めた時の利得よりは低い。しかし、長くゲームを続ければ、A、Bどちらのプレイヤーにとっても初回の利得構造はパレート劣位になっているところがこのゲームのミソである。にも拘らず、最終回（ $2n$ 回目）の手番においてBは当然、合理的に判断をすると仮定すれば、Sを選択するはずであるが、その前の回（ $2n - 1$ 回目）のAにとっては、次回にBがSを選択することが明らかならば、自分の手番の時にSを選択する方が得であることは利得構造から明らかである。このように推論して行くと（逆向きの帰納法という）結局Aは初めにSを選択することが合理的である（注2）、という結論になる。もちろん、多少なりとも相手に対する信頼ないし期待があり、相手もGを選択してくれるのではないかと、という幻想を持つのも自然な感情かもしれない（独白：しかし、それはあなたが大学行政に関わらなかった幸せな学者バカであって、このような状況で判断をする場合、最初にSを選択するのは極めて合理的であり、何の問題もない。そのように考えることの出来ない人は部局長になる資質がない、と自覚すべきであろう。なお、初めにAがSを選択することに対する現実的、心理的合理性はなにも後ろ向きの帰納法のせいだけではない。現状よりも悪いことが起こる可能性がある選択枝は絶対に選ばない、というリスク管理の観点からSを選択することはひとつの合理性である。この点も大学では日常茶飯事に経験することで、他学部相手の交渉で相手の善意をいささかでもあてにしていけない。しかし通常、合理的選択理論という場合は自分の利得（期待値を含む）を可能な限り最大化するように行動することが求められている。リスクを最小にする、相手との利得の合計を最大にする、相手の利得を最大にする（純粋利他行動）等を定式化する場合は、最初の利得関数を変換してから、通常の期待効用仮説に乗せる必要がある。）

この心理的葛藤は1回限りの囚人のジレンマとも共通する心理である（§4 参照）。つまり、プレイヤーの合理性と情報完備性（共有知識）の仮定のどちらか、あるいは両方に無理がある、といわれている。もっとも、「合理性」とは何を意味するのか、「共有知識」の中身は何か、といっ

たことに関しては種々議論があり、必ずしも共通了解が得られているわけではないように思われる。

このムカデ・ゲームの「パラドックス」を回避するために Aumann ([2]) が採用した着眼点はゲーム理論で通常仮定する「共有知識」を再検討することであった。「共有知識」とは、自分は相手がゲームのルールを知っていることを知っており、そのことを相手も知っており、そのことを自分も知っており、……という無限の認識列を仮定することである、とされている。社会科学における概念構成は、しばしば自己言及に陥る危険があり、ある種の宿命である、という印象がある。言葉の上での無限系列からパラドックスを導く例としてはギリシャ以来有名なゼノンの逆理^(注3)が連想される。しかし、これらの「パラドックス」からは何ら生産的結論は導かれない。その点は例えばラッセルのパラドックス^(注4)とは決定的に異なる。ラッセルのパラドックスは集合論の公理化の必要性を認識させる、という成果があった。Aumann にしろ、土場にしろ、彼らの考察から何らかの積極的な成果が得られたとは到底言い難い。

では、ムカデ・ゲームのどこを修正すれば現実感のある結論、つまり初回にGを選択することの合理性が導かれるか、ということゲーム理論の枠組みの中で考察したい。佐藤に引用がある Kreps ([24]) は合理性を緩めて、ある種の非合理性を導入することによってこの問題を解決しようとしたように思われる。このような立場は合理的選択理論の非現実性に対する批判への対案としてしばしば採用されている。しかし、Aumann([2],p.224) に指摘してあるように非合理性を定義することは困難であり、相手との協調性を仮定してしまうと最初に設定した問題そのものが消滅する。例えば、Rosenthal ([34]) はGを選択する主観確率を $\min\{1, 0.5 + D\}$ (ここで、 D は二つの選択枝の利得の差) とアドホックに仮定して、最後のプレイヤーはSを確率1で選択するが、次第に遡って、ついには最初のプレイヤーは確率1でGを選択する、という結論を導いている。仮定がかなり不自然であるし、逆向き帰納的に確率を直感的にしろ計算できるとは到底思われない。一方、共有知識の仮定(情報完備)の仮定を緩めて情報不完備ゲームによる定式化も以前から知られているが、ムカデ・ゲームの場合、情報が完備でないことから「パラドックス」が導かれているわけではない(Luce-Raiffa([26],3.6節)には「合理性」と「共有知識」の仮定が強すぎるとの批判があり、同書 80-81 頁にはゼロサムゲームについてムカデ・ゲームと本質的に同じ問題点を論じている。)

本稿では、形式上囚人のジレンマ・ゲームに対する Shubik([36]) の結果(割引率を持つ無限繰り返し囚人のジレンマ・ゲーム)を殆どそのままムカデ・ゲームに適用する、という定式化によって、あくまで完全合理性と(主観的、心理的ではあるが)情報完備性を仮定して、A、B両プレイヤーが初回にGを選択することが合理的である、という結論を導く(共有知識、という場合、結局は主観的、心理的であることは避けられないように思われる)

§2.3. 定式化と結論

割引率を持つ繰り返し囚人のジレンマ・ゲームの場合、よく知られているように All-D 以外にナッシュ均衡が存在してナッシュ均衡として協力が実現し得る。しかし、ある有限回 n で終わることが分かっている場合は逆向きの帰納法によって All-D 以外にナッシュ均衡はあり得ない。ここで、割引率を将来の利得を現時点で評価するから割り引いて評価する、と主観的に解釈することによって1回限りの囚人のジレンマを利得行列の違う別のゲームに変換してジレンマを回避する、という解釈がある。この定式化は、次のゲームが行われる確率が $0 < \delta < 1$ であり、その

ことはプレイヤーとは独立に決まり（例えば硬貨を投げて決める）、そのルールをプレイヤーは知っている（確率の公式から、見かけ上は無限繰り返しゲームではあるが、確率1でゲームは有限回で終了する）、という数理モデルと形式上は同じ数理構造をしている。このような定式化によって、1回限りの囚人のジレンマでも協力的行動が（主観的に）合理的である、という解釈が成り立つ。もしこの割引率が各プレイヤーごとに主観的に決まるとするならば、プレイヤーAの割引率 δ_A とプレイヤーBの割引率 δ_B は一致している必要はない。その事実を共有知識として仮定すればよい。必ずしも共有知識でなくとも、結果として δ_A, δ_B ともに $(T-R)/(T-P)$ より大であると互いに評価していれば、両者ともTrigger戦略を取るのが合理的選択となり、結果として協力が実現する（§4参照）。もうひとつ注意してほしいのは、この事実はある有限回 n でゲームが終了することをプレイヤーが知っている、ということとは全く異なる、ということである。無限回続くゲームは現実的ではない、という批判は「確率1で有限回で終わる」という数理モデルを誤解していると思われる^(注5)。ニュートンの力学モデルは体積ゼロで質量を持つ「質点」という仮想の概念を基本にしているが、現実の物体で体積がゼロということとはありえないと言ってニュートン力学を否定する人はいない、従って、十分長い繰り返しゲームに対して、初回においては、いつ終わるかは分からないが有限回で終わる（という「共有知識」を持っている）ゲームである、と仮定することはモデルとして不自然ではないし、その数学的帰結として現実のゲーム（十分長い繰り返しゲーム、あるいはムカデ・ゲーム）に対する現象（実験結果）が説明できるならば、そのモデルはよいモデルである、と言ってよいのではないだろうか。少なくとも「合理性」や「共有知識」の解釈をめぐる「神学論争」をするよりは生産的である、と考える（Aumann([5])は合理性を細分して substantive rationality と material rationality に分けている。）

以上のことを頭において、ムカデ・ゲームにおいてもまず、人間は十分先のことを正確には認識できないから、ゲームはいつまで続くかはわからない、と仮定する。従って、このように仮定すると逆向きの帰納法は使えない。しかし、Gを選択した場合は利得が確定しない。Gを選択する根拠は、将来のいつかの時点でゲームが終了した時に得られるであろう期待利得が今Sを選択するより有利である、という合理的根拠に基づく確信である。実際問題としても、いつ終わるか分からないがいつかはゲームが終わるのである、ということは誰も確信しているはずである（人間の寿命のように）。ムカデ・ゲームでの問題は、初回到プレイヤーAの立場に立ったとき、次のプレイヤーBがGを選択するのが合理的と判断するであろう、とプレイヤーAが合理的に推論できるか、ということである。この点に関しては1回限りの囚人のジレンマで何故「協力」を選択することが心理的、主観的に判断して合理的か、という解釈と同じである。もしAもBもGを選択するのが合理的である、と結論されるならば3回目以降はその時点で同じことを考察すればよい。

モデルの仮定

今、ゲームを始める時点でプレイヤーAとプレイヤーBは、 $\{2, 3, \dots\}$ に値をとる確率変数 X_A と $\{3, 4, \dots\}$ に値をとる確率変数 X_B をそれぞれ主観的に心の中に持っていて、Aは X_A の分布に従って、ゲームが終了すると信じ、Bは X_B の分布に従って、ゲームが終了する、と信じていると仮定する。ゲームが終了する原因は相手の判断ミスか客観的理由によるのか、自分がその時点でやめようと思う可能性であるかは問わない。もし、この分布が共有知識となっていれば

正しく判断され、もし間違っていて評価していれば結果として不合理な選択となる。それは現実に合わせてはめる際の問題であって、モデル上の問題ではない、つまりパラドックスではない。

割引率をもつ繰り返し囚人のジレンマ・ゲームの場合も、割引率 δ は共有知識である、と暗に仮定してあるが、それぞれのプレイヤーが主観的に別々の割引率を持っていて、利得行列を変換していたとすると、一方のプレイヤーが TFT 戦略を取るのが合理的であると思って初回に C を選択しても、他方のプレイヤーは彼の主観的に合理的な判断によって初回に D を選択するかもしれない。しかし、その時点でお互いに間違っていた評価をしたことに気づくことになる。2 回目以降に割引率をどのように評価し直すのが合理的か、という基準は次の問題である。

ここで、

$$P(X_A = n) = p_n > 0, \quad \sum_{n=2}^{+\infty} p_n = 1, \quad P(X_B = n) = q_n > 0, \quad \sum_{n=3}^{+\infty} q_n = 1$$

と仮定する。分布の仮定から A にとっても B にとってもゲームは主観的にはいつかは終わる、と信じられていることになる。数理モデルは話を一般化した方がむしろ構造がよく見えて理解しやすいので、 n 回目にゲームが終了したの時の利得ベクトルを (a_n, b_n) とする。ムカデ・ゲームというときは(上記のパラドックスが生じるのは)

$$a_2 < a_1 < a_4 < a_3 < a_6 < a_5 < \cdots \quad (a_{2k} < a_{2k-1} < a_{2k+2}),$$

b_n に対しても同様に

$$b_2 < b_1 < b_4 < b_3 < b_6 < b_5 < \cdots \quad (b_{2k} < b_{2k-1} < b_{2k+2})$$

を仮定することである。このとき、A が期待効用仮説に基づく合理的判断によって初回に G を選択するための条件は

$$(*) \quad a_1 < E[a_{X_A}] = a_2 p_2 + a_3 p_3 + \cdots$$

が成り立っているときである。ここで、 $E[a_{X_A}]$ は確率変数 a_{X_A} の期待値である。同様に B が期待効用仮説に基づく合理的判断によって自分の手番の初回に G を選択するための条件は

$$(**) \quad b_2 < E[b_{X_B}] = b_3 q_3 + b_4 q_4 + \cdots$$

が成り立っているときである。かつ、この場合、相手が G を選択しているときに自分が S を選択すると平均利得が下がる、という意味で G を選択することはナッシュ均衡である。均衡解のことや後ろ向き帰納法を最初から考えないと決めて、ただ現象を説明する数理モデルを立てる、というのであれば、何時終わるかわからない無限回ゲームを想定する必要はなく、上記の期待値の計算で予め定めた n までの和と初回に S を選択した時の利得とを比較すればよい。

最初の例で、 $p_n = (1 - \delta_A) \delta_A^{n-2}$, $q_n = (1 - \delta_B) \delta_B^{n-3}$ と仮定して (δ_A, δ_B がゼロに近い程ゲームは早く終了すると予想していることになる)、実際に計算してみると

$$\delta_A > 0.00504 \implies 10 < 5(1 - \delta_A) + 1,000(1 - \delta_A)\delta_A + 500(1 - \delta_A)\delta_A^2 \cdots$$

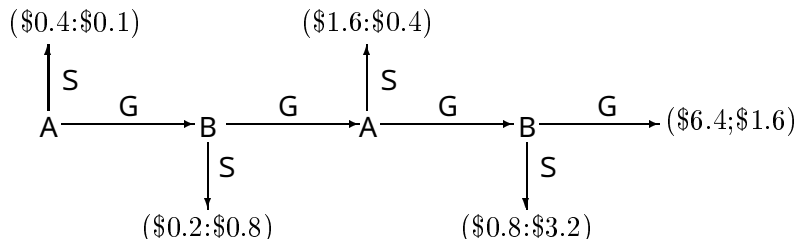
$$\delta_B > 0.00504 \implies 100 < 50(1 - \delta_B) + 10,000(1 - \delta_B)\delta_B + 5,000(1 - \delta_B)\delta_B^2 + \cdots$$

となる．ゲームがいつ確定的に終わるかわかっていない場合，または，自分ができるだけゲームを続けたいと思い，相手にもそう期待している場合は， δ_A, δ_B をあまり小さく評価するとは思えないから，上記のような仮定のもとでは二人ともGを選択するのが合理的である，と判断する可能性が高いという心理的感覚が得られる．上記の計算では…のところは無視して計算してあるから，人間の能力として無限級数を感覚的に直ちに計算できるということは仮定していない．

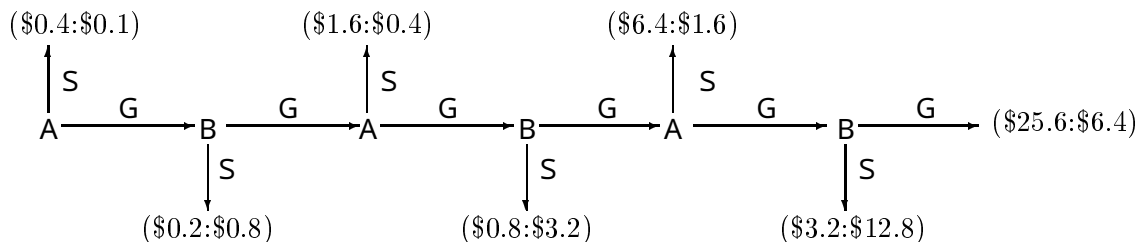
§2.4. Discussion

(1) ムカデ・ゲームの実験結果とその解析は McKelvey-Palfrey ([28]) においてなされている．彼らは，4回で終わるムカデ・ゲームと6回で終わるムカデ・ゲームを比較している．彼らのムカデ・ゲームは次のような構造をしている．

4回で終わるゲームの場合．



6回で終わるゲームの場合．



n 回目でゲームが終わった (n 回目のプレイヤーがSを選択した) 相対頻度 f_i ，および各選択枝に来た時にSを選択した条件付確率 $p_i = f_i / (1 - f_1 - \dots - f_{i-1})$ ただし， $f_0 = 0$ (原論文の定義式は間違っていると思われる．数値そのものは正しい) (ゲームの総数は 281，同じ相手とは対戦していない) は次表のようになっている (原論文 TABLE IIA, IIB より)．

4回で終わるゲームの場合．

| プレイヤー (戦略) | A(S) | B(S) | A(S) | B(S) | B(G) | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 相対頻度 | f_1 | f_2 | f_3 | f_4 | f_5 | 合計 |
| データ | 0.071 | 0.356 | 0.370 | 0.153 | 0.049 | 0.999 |
| 条件付確率 | p_1 | p_2 | p_3 | p_4 | | |
| データ | 0.071 | 0.383 | 0.646 | 0.754 | | |

初回にS (ストップ) を選択した相対頻度は 7.1% であるのに対して，最終回になおGを選択したプレイヤーが 4.9% もいて，これは合理的選択理論からすれば明らかに不合理な選択である．相手が2回もGを選んでくれたことに対する義理立てなのか，自分がここでSを選ぶことの

後ろめたさなのか？あるいは、もともとゲームの意味（ルール）を理解していなかったのかも
 もしれない（被験者はアメリカ人の大学生である）

次に別のグループによる6回で終わるゲームの場合（原論文 TABLE IIA, IIB より）。

| プレーヤー (戦略) | A(S) | B(S) | A(S) | B(S) | A(S) | B(S) | B(G) | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 相対頻度 | f_1 | f_2 | f_3 | f_4 | f_5 | f_6 | f_7 | 合計 |
| データ | 0.007 | 0.064 | 0.199 | 0.384 | 0.253 | 0.078 | 0.014 | 0.999 |
| 条件付確率 | p_1 | p_2 | p_3 | p_4 | p_5 | p_6 | | |
| データ | 0.007 | 0.064 | 0.214 | 0.526 | 0.731 | 0.839 | | |

6回ゲームの場合、初回にS（ストップ）を選択した相対頻度は4回ゲームより一桁小さい
 0.7%であり、最終回になおGを選択したプレーヤーも1.4%に減少している。ゲームの回数
 がわずかに2回増えただけでも関わらず、初回でSを選択するプレーヤーが激減している。ゲーム
 の回数の情報は初回の選択に極めて大きな影響を与えていると推察される。最初に指示される
 ゲームの回数が多い場合、自分も相手もゲームを少なくともしばらくは続けたいと期待して前記
 の δ_A, δ_B を大きく見積もっているのではないだろうか。ゲームの回数の影響はプレーヤーBに
 も影響を与えていて、上記の分布を見ると6回ゲームは4回ゲームの分布をほぼ右に2回だけシ
 フトしただけである。このことはゲームの終わりが近づくにつれてSを選択する（つまり合理的
 に判断する）誘引が強くなっていくことを示している。両ゲームとも回が進むにつれて選択する
 時点でのSを選択する条件付確率は単調に増加していることが見て取れる。とは言っても最後の
 選択肢でもなおGを選択するプレーヤーは少数ながら存在する。この現象を説明するためには何
 か別の動機ないし心理的要因を仮定する必要があるだろう。たとえば、人間は「自分が
 利己的な人間だと思われたくない、そう思われると不利である」という利己主義の心理が働く
 のかもしれない。

彼ら自身も数理モデルを立ててこの現象を説明しようと試みている。彼らの定式化は 1. 情
 報不完備ゲーム（人間のタイプとして利己主義者と利他主義者がいる）2. 2種類のエラー（行
 動のエラー、信念のエラー）を仮定する、というものである。従って、本稿とはモデルの設定が
 基本的に異なる。

(2) 囚人のジレンマゲームとの対比：1回限りの囚人のジレンマに対する実験的研究とその
 理論付けに関しては山岸グループによる精力的研究がある（[18],[21],[40],[43],[45]）。[45]によれ
 ば、1回限りの囚人のジレンマ・ゲームにおいても協利行動をとるのは「社会的交換ヒューリス
 ティックスが活性化されることによって、ゲーム自体が安心ゲームの利得構造に変換されて認知
 されるためである」という説明がなされている。なお、山岸達は「繰り返しゲームとは特定の相
 手と繰り返し行うゲームである」、と定義しているが、相手が違うにしろ複数回のゲームの利得
 の合計を考慮する限りは繰り返しゲームであると考えの方が自然であると思われる。例えば、有
 名な割引率を持つ繰り返しゲームは、現実には1回限りのゲームでも人間が社会的動物である以
 上、常に将来再びであうかもしれない、同じ相手と再びプレーする確率は δ くらいであろう、と
 心の中で想定した利得を基に意思決定している、と解釈することも可能であろう。その場合、例
 えば、TFT 戦略対 All-D 戦略との利得構造は安心ゲームと同様の利得構造になる。違いは山岸
 達がゲーム理論に社会心理学的根拠を導入しているのに対して、割引率を持つ囚人のジレンマ・
 ゲームはあくまでゲーム理論の枠内のみで「ジレンマ」を解決しようとしていることである。ゲー

ム理論の枠の外のからもっともらしい説明をすることは他にも可能であろう。例えば、[13],[27]のように感情自体が例えば脳内物質によって引き起こされて、進化的淘汰の対象になり得ると仮定すると囚人のジレンマ・ゲームにおける協力行動を説明する別の解釈はあり得る。すなわち、[45]に述べられているように囚人のジレンマ・ゲームにおいて、相手が先にすでにCを出していることが分かった後でもなお、Cを出すプレイヤーが実験的に多数見られることの説明は「Dを出すことに対する罪悪感があるから」であり、「罪悪感」をある程度持つグループは協力行動をとりやすく結果的に個人的にもグループ的にも進化的に有利である、という解釈である。この解釈を実証するためには罪悪感を引き起こす脳内物質を特定する必要がある、現在の研究レベルをもってしても容易には検証できないかもしれないが^(注6)。もちろん、罪悪感が強すぎると生物学的な適応価を下げるであろうから、その場合は「宗教」ないし「神」を「発明」して「救い」や「赦し」の概念を導入する必要がある。[1]には、大学生292名に対する自記式調査から、罪悪感には社会的適応機能がある、との結果が報告されている。

なお、[17]の題名は One-Shot PD の協力行動となっているが割引率を持つ繰り返しゲームの利得行列を用いている。ということは割引率を「実際に」ゲームを繰り返す確率、という解釈をしていない、ということであろう！「1回限りの囚人のジレンマ・ゲーム」とは何を意味するか、という定義からして問題であることがわかる。数理モデルが表現している「1回限りの囚人のジレンマ」以上に何がしか心理的、社会的プラス・アルファの要素を持ち込むならば、という条件の下での囚人のジレンマ・ゲームの研究、と明示すべきであろう。

(3) 1回限りのゲームではなく、予め定められた有限回の囚人のジレンマ・ゲームの場合も(1回でも協力行動を選択するプレイヤーが多いわけであるから)当然初回にCを選択するプレイヤーはより多くなる。しかし、合理性と完全情報を仮定する限り、後ろ向き帰納法によって、All-Dが唯一のナッシュ均衡解である。それでもなお、協力行動をとることの合理的説明もいろいろなされているが([6])、ゲーム理論の枠内で有限回のゲームのままの説明にはやはり無理を感じる。ゲームの回数が十分長い場合は、割引率(次のゲームが行われる確率)を持つ無限回ゲーム(確率1で有限回でおわるが、回数を予め指定することは出来ない)という数理モデルによって、協力行動が発生する、という説明の方が数理モデルとしては自然な感じを持つ。

なお、従来の論文では有限回あるいは無限回繰り返しゲーム、という言葉の意味にかなりの混乱が見られる。数理モデル上は a) 予め指定された回数ゲームを行う、b) 確定的に、ゲームが終了する回数を指定することは出来ないが、確率1で有限回で終わるゲーム、c) 正の確率で(あるいは可能性として)無限回ゲームを行う(この場合の利得を確定するためには極限操作が必要)の違いは明白である。多くの論文では b) と c) を共に無限回ゲームと呼んでいるようであるが、ゲームを行う回数が有限である、という意味では b) は有限回ゲームであるとみなすべきであろう。たとえば、有名な割引率を持つ繰り返し囚人のジレンマ・ゲームは、頭の中でゲームが無限回続くと想像して将来の利得を割り引いて現在のゲームの利得構造を変更する場合は空想によって利得行列を変更するだけであるから1回きりのゲームとみなされるが、もし次回にもゲームが行われる確率が $0 < \delta < 1$ である、と理解した場合は b) のケースなのである。しかしながら、多くの論者は c) のケースと理解しているようである。これは可算加法性を前提とするコルモゴロフの確率論に立つ限り誤解である。かといって素朴なラプラス流の有限確率論では数学的に正確に記述することはできない。純粹数学の分野以外ではコルモゴロフの公理的確率論以外の「確率」が種々議論されているが現実理解に適用してみても十分に成功しているとは思われ

ない。なお、不確実さを確率論的に定式化するのではなく、いわゆるファジー理論によって理解しようとする試みはあるが本稿では取り上げない。

(注1) Shubik([36],p.193)の最後のフレーズには

The paradox of the Prisoner's Dilemma will never be solved—or has already been solved—because it does not exist. とある。

(注2) Phillip-Sugden([32])は n 回繰り返し囚人のジレンマゲームにおいて、後ろ向き帰納法を用いた結果として初回にDを選択することが必ずしも合理的とは言えない、ということを主張している。

(注3) 先にいるのろまな亀に足の速いアキレスは永久に追いつくことが出来ない、というパラドックス。

(注4) すべての集合を集めたものを集合として扱うと矛盾が生じることを指摘した。

(注5) Basu ([6]), Rosenthal([33], Neyman([29])も長さが有限の繰り返しゲームを扱っているが本稿とは定式化が全く異なる。

(注6) 「不安」を引き起こす脳内物質は知られている([20])。「不安」「驚き」「怒り」「喜び」「嫌悪」「悲しみ」は人類共通の感情として脳の機能から説明する説はある([39])。残念ながら「罪悪感」はこの中に含まれていない。しかし「羞恥心」も抜けているのではないだろうか(「羞恥心」「罪悪感」はバイブルの記述から自明なのかもしれない)

謝辞：本稿は広島修道大学経済学研究第8巻第2号1 19頁(2005)より転載の許可を頂いたものである。

参考文献

- [1] 有光興記(2001) 罪悪感, 羞恥心と性格特性の関係 『性格心理学研究』第9巻 第2号 71-86.
- [2] Aumann,R.J. (1992) "Irrationality in Game Theory". in Dasgupta,P., D.Gale, O.Hart, and E.Maskin.(eds.) *Economic Annals of Markets and Games: Essays in Honor of Frank Hahn*. Cambridge, Mass.:MIT Press.
- [3] ———. (1995) Backward induction and common knowledge of rationality. *Games and Economic Behavior*, vol.8, 6-19.
- [4] ———. (1996) Reply to Binmore. *Games and Economic Behavior*, vol.17, 138-146.
- [5] ———. (1998) On the centipede game. *Games and Economic Behavior*, vol.23, 97-105.
- [6] Basu,K. (1987) Modeling finitely-repeated games with uncertain termination. *Economics Letters* 23,147-151.
- [7] ———. (1990) On the non-existence of rationality definition for extensive games. *International Journal of Game Theory*, vol.19.pp.33-44.

- [8] Binmore,K.(1987) Modeling rational players. *Economics and Philosophy*, vol.3, 179-214.
- [9] ———. (1996) A note on backward induction. *Games and Economic Behavior*, vol.17, 135-137.
- [10] Boudon,R.(1989); Subjective rationality and the explanation of social behavior. *Rationality and Society*, vol.1,No.2,pp.173-196.
- [11] Thrall,R.M. Coombs,C.H. & Davis,R.L.(Eds.)(1954); *Decision Processes*. Wiley & Sons.
- [12] 土場 学 (1993) 「ゲームのパズル—合理性のパラドックスと知識のパラドックス—」海野道郎編 『社会的ジレンマに関する数理社会学的研究』科学研究費報告書 .
- [13] 遠藤利彦 (1996) 『喜怒哀楽の機嫌 情動の進化論・文化論』岩波科学ライブラリー 41 . 岩波書店
- [14] Feigenbaum,A./Feldman,J.(1963); *Computers and Thought*. McGraw-Hill. 『コンピューターと思考』安部統, 横山保監修, 好学社 (1969), 第II部第3節「2者択一実験における行動のシミュレーション」(J.Feldman)pp.425-450.
- [15] Feller,W. (1957) *An Introduction to Probability Theory and its Applications*, vol.1. 『確率論とその応用』I・上 河田龍夫監訳 現代経営科学全集5 紀伊国屋 (1960)
- [16] Grant,D.A. Hake,H.W. & Hornseth,J.P.(1951); "Acquisition and extinction of a verbal conditioned response with differing percentages of reinforcement. *J.Experimental Psychology*, vol.42,no.1,1-5.
- [17] Harrington,Jr.J. (1995) Cooperation in a one-shot Prisoner's Dilemma. *Games and Economic Behavior*, vol.8, 364-377.
- [18] 林 直保子 (1995) 繰り返しのない囚人のジレンマの解決と信頼感の役割 *The Japanese J. of Psychology*, Vol.66, No.3, 184-190.
- [19] Humphreys,L.G.(1939); The effect of random alternation of reinforcement on the acquisition and extinction of conditioned eyelid reactions. *J.Exp.Psychol.*,vol.25,pp.141-158.
- [20] 貝谷久宣 (1997) 『脳内不安物質』ブルーバックス B1184 講談社 .
- [21] 清成透子, 山岸俊男 (1996) コミットメント形成による部外者に対する信頼の低下 *The Japanese J. of Experimental Social Psychology*, Vol.36, No.1, 56-67.
- [22] Kolmogoroff,A.N.(1933) *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung*, Springer 『確率論の基礎概念』根本伸司他訳 東京図書 (1969)
- [23] 河野 敬雄 (2001) : 条件付確率に関する2, 3の注意 「数学」53巻4号, pp.90-98. 岩波書店
- [24] Kreps,D.M. (1990) *Game Theory and Economic Modelling. Chapter 4*. Oxford University Press.

- [25] Laplace,P-S.(1814); Essai philosophique sur les probabilités. 『確率の哲学的試論』内井惣七訳 岩波文庫青 925-1(1997). 132 頁-142 頁 , 確率の見積もりにおける錯覚について
- [26] Luce,R.D. and Raiffa, H. (1957) *Games and Decisions, Introduction and Critical Survey*. pp.80-81. Dover Pub.
- [27] マット・リドレー (2000) 『徳の機嫌 他人をおもいやる遺伝子』岸 由二監修 翔泳社 .
- [28] McKelvey,R.D. & Palefrey,T.R. (1992). "An experimental study of the centipede game. *Econometrica*, Vol.60,No.4, 803-836.
- [29] Neyman,A. (1985) Bounded complexity justifies cooperation in the finitely repeated Prisoner's Dilemma. *Economics Letters*. Vol.19, 227-229.
- [30] 小野 茂 (1966); 『学習実験』, 情報科学講座 E.17.3. 北川敏男編 , 共立出版
- [31] ——(1976); 『心理学における数学的方法』, 「現代の心理学 4」培風館
- [32] Phillip,P. & Sugden,R. (1989) The backward induction paradox. *The Journal of Philosophy*. Vol.LXXXVI, No.4,169-182.
- [33] Rosenthal,R.W. (1980) New equilibria for noncooperative two-person games. *J. of Mathematical Sociology*. Vlo.7,15-26.
- [34] ———. (1981) Games of perfect information, predatory pricing and the chain-store paradox. *Journal of Economic Theory*, vol.25,92-100.
- [35] 佐藤嘉倫 (1998) 「合理的選択理論批判の論理構造とその問題点」『社会学評論』49 卷 2 号,18-35.
- [36] Shubik,M. (1970) Game theory, behavior, and the paradox of the Prisoner's Dilemma: three solutions. *Conflict Resolution*. vol.XIV, No.2, 183-193.
- [37] Simon,H.A.(1982) *Models of Bounded Rationality*, vol.1,2. MIT Press.
- [38] 繁榎算男 (1995) 『意思決定の認知統計学』朝倉書店
- [39] スーザン・グリーンフィールド (2000) 『脳の探求』新井康充 , 中野恵津子訳 無名舎 (2001) .
- [40] 高橋伸幸 , 山岸俊男 (1996) 利他的行動の社会関係的基盤 1996 *The Japanese J. of Experimental Social Psychology*, Vol.36, No.1, 1-11.
- [41] Todhunter,I. (1865) "A History of the Mathematical Theory of Probability - from the time of Pascal to that of Laplace-" Macmillan co. 『確率論史-パスカルからラプラスの時代までの数学史の一断面-』, 安藤洋美訳 現代数学社 (1975)
- [42] 辻 竜平 (1991); 「常識的思考に関する研究—主観的合理性の概念をふまえて—」関西学院大学社会学部卒業論文.

- [43] 渡部 幹, 寺井 滋, 林直保子, 山岸俊男 (1996) 互酬性の期待にもとづく1回限りの囚人のジレンマにおける協力行動 The Japanese J. of Experimental Social Psychology, Vol.36, No.2, 183-196.
- [44] 山崎英三 (1972) ダランベールと確率論 (I)(II) 科学史研究第II期 11巻 No.101, pp.17-24, 同 No.102, pp.65-72.
- [45] 山岸俊男, 清成透子, 谷田林士 (2002): 社会的交換と互惠性 なぜ人は1回限りの囚人のジレンマで協力するか 『進化ゲームとその展開』10章 佐伯 胖・亀田達也編著 共立出版

付録

付録 A 実験インストラクション

1. 移動コスト 20 円条件 (移動コスト 50 円条件, 0 円条件では移動コスト以外は共通)

実験について

- この紙では、実験の進め方について解説します。実験が終わるまで、手元に置いて参照してください。
- **パソコンの画面上で、マウス**だけを使って進めます。
- 他の人と**相談できません**。会話やひとりごとは、しないでください。他の人の画面も、見ないでください。
- 携帯電話は、かならず**オフ**にしてください。この場で確認してください。
- コンピュータに触れないでください。
- 「ここでストップ」ボタンが出たら、**ストップ**してください。
- **シングル・クリック** (左ボタンをトンと一回押す) だけしてください。
- ウィンドウを移動したり閉じることは、しないでください。
- パソコンの操作について質問があれば、いつでも手を挙げて聞いてください。
- ただしゲームの内容については、このインストラクションをよく読んでください。

この実験では、グループの中で資金を提供するかしないかを選択して、利益を得ます。**実験での成績が、そのまま謝礼になります。**

- まず、**A, B, C, D** と 4 つあるグループのどれかに、コンピュータがあなたを割り振ります。
- 第 1 ラウンド第 1 回から始まります。5 回で 1 ラウンドとなります。
- あなたは毎回、最初に 20 円を受けとります。あなたは、この 20 円を**グループに提供するか、しないか**を選びます。どちらを選ぶかで、あなたの成績が変わります。
- ラウンドが終わるごとに、**移動のチャンス**が訪れて、自由に所属グループを変えることができます。移動はしてもしなくても結構です。移動するには、20 円かかります。
- このことを繰り返します。
- ですのであなたには、つぎの 2 つの選択だけをしてもらいます。
 毎回 提供するか、しないか。
 5 回に一度 グループ A, B, C, D のどこに所属するか。

各回の利益

- 毎回、下の「今は第何ラウンド何回です」という画面が出ます。

前回移動後のあなたの結果

| グループ | 前回平均 |
|------|-------|
| A | 25.00 |
| B | 32.00 |
| C | 40.00 |
| D | 28.00 |

グループDの成績

| 回 | あなたの行動 | あなたの利益 |
|---|--------|--------|
| 1 | 20円提供 | 24.00 |
| 2 | 20円提供 | 16.00 |
| 3 | 提供しない | 36.00 |

通算：770.66円 (移動により60円マイナスされています)
グループDのメンバー：あなた(1番)と、他4名です。

グループD 第5ラウンド 4回目
ここに、今ラウンドのこれまでの結果が表示されます

グループDでの成績

グループ 人数

| | |
|---|---|
| A | 4 |
| B | 5 |
| C | 3 |
| D | 5 |

グループ 今までの平均

| | |
|---|-------|
| A | 31.67 |
| B | 28.00 |
| C | 37.78 |
| D | 29.33 |

まずは提供するかを選ぶ

今回はどうしますか？

20円提供

提供しない

送信

つぎに送信する

- 左画面と右上画面のデータを参考にして、右下画面で **20円を提供するかしないか**を、選んでください。
- 毎回のあなたの**利益**は、あなたのグループで何人が提供するかで、決まります。

次回へ移行する準備ができました！

| | | | |
|-------|----|--------|---------|
| 20円提供 | 3人 | あなたの選択 | 提供しない |
| 提供しない | 2人 | 今回の利益は | 4400円です |

次に進む

押さないでストップ

- 提供された20円は、**2倍**になってから、グループの全員で平等に分けます。

$$\text{あなたの利益} = \frac{\text{提供者の数} \times 40\text{円}}{\text{グループの人数}} + \begin{cases} \text{提供したなら} 0\text{円} \\ \text{提供しなかったなら} 20\text{円} \end{cases}$$

例1 あなたのグループにメンバーが4人いて、あなたを入れて3人が20円を提供し

て、1人が提供しなかったなら → あなたの利益 = $\frac{40+40+40}{4} + 0 = \frac{120}{4} = \underline{30}$ 円.

例2 あなたのグループにメンバーが4人いて、3人が20円を提供して、あなたが提

供しなかったなら → あなたの利益 = $\frac{40+40+40}{4} + 20 = \frac{120}{4} + 20 = \underline{50}$ 円.

- ただし、グループが2人の時は、提供された20円が**1.5倍**になります.

| |
|--|
| $\text{あなたの利益} = \frac{\overbrace{30\text{円} + \dots}^{\text{提供者の数}}}{2} + \begin{cases} \text{提供したなら0円} \\ \text{提供しなかったなら20円} \end{cases}$ |
|--|

- また、グループが1人の時は、提供してもしなくても、**利益は同じ**です.

確認問題

| |
|--|
| $\text{あなたの利益} = \frac{\overbrace{40\text{円} + 40\text{円} + \dots}^{\text{提供者の数}}}{\text{グループの人数}} + \begin{cases} \text{提供したなら0円} \\ \text{提供しなかったなら20円} \end{cases}$ |
|--|

問題1 あなたのグループにメンバーが4人いて、あなたを入れて2人が20円を提供して、2人が提供しませんでした.

$$\text{あなたの利益} = \frac{\quad + \quad + \quad + \quad}{4} + \quad = \quad \text{円}$$

問題2 4人のうち2人が20円を提供して、あなたを入れて2人が提供しませんでした.

$$\text{あなたの利益} = \frac{\quad + \quad + \quad + \quad}{4} + \quad = \quad \text{円}$$

!!! 問題の解説をしますので、ここで止まってください !!!

ラウンド終了時の移動チャンス

- 最後に移動について. ラウンド終了ごとに, 自由に所属を変えることができます. 同じグループに所属することもできます.
- ラウンド終了時の「移動チャンス」の画面は次のとおりです.

前ラウンドまでの結果

| ラウンド | グループ | 利益 |
|------|------|-------|
| 1 | A | 36.80 |
| 1 | B | 28.00 |
| 1 | C | 36.00 |
| 1 | D | 34.00 |
| 2 | A | 36.00 |
| 2 | B | 38.67 |
| 2 | C | 28.00 |
| 2 | D | 27.00 |
| 3 | A | 33.60 |
| 3 | B | 39.00 |
| 3 | C | 31.20 |
| 3 | D | 30.67 |
| 4 | A | 32.80 |
| 4 | B | 20.00 |
| 4 | C | 33.00 |
| 4 | D | 28.00 |
| 5 | A | 32.00 |
| 5 | B | 29.60 |
| 5 | C | 36.00 |
| 5 | D | 28.80 |
| 6 | A | 26.67 |
| 6 | B | 29.60 |
| 6 | C | 28.00 |
| 6 | D | 30.67 |

ラウンド終了

| グループ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | メンバー数 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A | 26.66 | 20.00 | 40.00 | 20.00 | 26.66 | 6 |
| B | 28.00 | 28.00 | 36.00 | 24.00 | 32.00 | 5 |
| C | 26.66 | 20.00 | 40.00 | 20.00 | 33.34 | 3 |
| D | 33.34 | 26.66 | 40.00 | 20.00 | 33.34 | 3 |

グループBでの今ラウンドの利益は136円でした

移動チャンス

あなたはどのグループに所属しますか?
(同じグループに残る場合は, 同じグループを選択してください)

注: 移動時に**20円**マイナスされます

グループA
 グループB
 グループC
 グループD

送信

※送信ボタンを押すと, もう取り消せません。注意してください!!

まずグループを選ぶ

つぎに送信する

- 左画面と右上画面のデータを参考にして, 次のラウンドでどのグループに所属するかを, 選んでください.
- ただし, 移動するならば, **20円かかります**. [付録注: 移動コスト0円条件では「移動には, 特に費用はかかりません。」]
- グループに人数制限はありません. もしあるグループからメンバーがいなくなっても, 次の移動チャンスにメンバーが入れば活動を再開します.

2. 移動なし条件(第 2・3 ページは移動コスト 20 円条件と共通)

実験について

- この紙では、実験の進め方について解説します。実験が終わるまで、手元に置いて参照してください。
- **パソコンの画面上で、マウス**だけを使って進めます。
- 他の人と**相談できません**。会話やひとりごとは、しないでください。他の人の画面も、見ないでください。
- 携帯電話は、かならず**オフ**にしてください。この場で確認してください。
- コンピュータに触れないでください。
- 「次に進む」ボタンが出たら、**ストップ**してください。
- **シングル・クリック** (左ボタンをトンと一回押す) だけしてください。
- ウィンドウを移動したり閉じることは、しないでください。
- パソコンの操作について質問があれば、いつでも手を挙げて聞いてください。
- ただしゲームの内容については、このインストラクションをよく読んでください。

この実験では、グループの中で資金を提供するかしないかを選択して、利益を得ます。**実験での成績が、そのまま謝礼になります。**

- まず、**A, B, C, D** の 4 つあるグループのどれかに、コンピュータがあなたを割り振ります。
- 第 1 ラウンド第 1 回から始まります。5 回で 1 ラウンドとなります。
- あなたは毎回、最初に 20 円の資金を受けとります。あなたは、この 20 円を**グループに提供するか、しないか**を選びます。どちらを選ぶかで、あなたの利益が変わってきます。
- ラウンドが終わるごとに、各グループのそれまでの結果がまとめて表示されます。この結果を参考にして、次のラウンドにどうするかを考えてください。
- このことを繰り返します。
- ですのであなたには、つぎの 2 つを意思決定してもらいます。
毎回 . . . 20 円の資金を提供するか、しないか。
ラウンド終了時 . . . 次のラウンドにどうするか。

ラウンド終了時の表示

- 5回プレーを行い1ラウンドが終わると、各グループのそれまでの結果がまとめて表示されます。

The screenshot shows a game interface with two main panels. The left panel, titled '前ラウンドまでの結果' (Results from previous rounds), contains a table with columns for 'ラウンド' (Round), 'グループ' (Group), and '利益' (Profit). The right panel, titled 'ラウンド終了' (Round Ended), contains a table with columns for 'グループ' (Group), '1', '2', '3', '4', '5', and 'メンバー数' (Member Count). Below this table, it states 'グループAでの今ラウンドの利益は150円でした' (The profit for Group A in this round was 150 yen). At the bottom of the right panel, there is a '確認' (Confirm) button circled in black, with an arrow pointing to it from the text '指示があつてから押して下さい' (Please press when instructed). Above the button, the text '確認ボタンを押して来期へ進んで下さい' (Please press the confirm button to proceed to the next period) is visible.

| ラウンド | グループ | 利益 |
|------|------|-------|
| 1 | A | 31.00 |
| 1 | B | 32.00 |
| 1 | C | 35.00 |
| 1 | D | 27.00 |
| 2 | A | 31.00 |
| 2 | B | 33.00 |
| 2 | C | 33.00 |
| 2 | D | 31.00 |

| グループ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | メンバー数 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A | 35.00 | 25.00 | 30.00 | 30.00 | 35.00 | 4 |
| B | 25.00 | 30.00 | 30.00 | 40.00 | 40.00 | 4 |
| C | 40.00 | 35.00 | 25.00 | 35.00 | 30.00 | 4 |
| D | 25.00 | 25.00 | 40.00 | 35.00 | 30.00 | 4 |

グループAでの今ラウンドの利益は150円でした

確認ボタンを押して来期へ進んで下さい

確認

指示があつてから押して下さい

- 左画面と右上画面のデータを参考にして、次のラウンドでどうするかを考えてください。
- 実験者が指示をしますので、それまで「確認」のボタンを押さないでください。指示があれば、「確認」を押して次のラウンドに進んで下さい。

(付録 A 作成 小林盾)

付録 B 実験画面

1. 実験タイトル



2. 承諾

Giving Game

研究参加への承諾手続き

あなたにはこれから、藤山先生の参加している研究プロジェクトで行っている、実験の参加者として協力をお願いします。以下の記述をよく理解して、その説明にしたがってください。

1. この画面のさいごに「承諾」ボタンがあり、それをクリックすることによって、あなたはこの研究に参加することを承諾することになります。
2. この承諾のあとに行われる研究に関して、あなたは、その途中のいつでも、どんな理由によっても協力をやめることができます。具体的には、以下のとおりです。
 1. プログラムの指示に従いたくなければ、それに従う必要はありません。
 2. 研究実施者の指示に従いたくなければ、それに従う必要はありません。
 3. 上記1.2のばあい、その理由を提示する必要はありません。
 4. 上記1.2のばあい、他の参加者の迷惑にならないようにご協力をお願いします。
3. あなたから提供された回答は、統計的に処理されてあなた個人の名前から切り離され、この研究に参加している人びと全体の傾向を知るためにのみ利用されます。この研究が終わったあとでも、あなたの回答は、守秘性に最大限の配慮がなされ、厳重に保管されます。
4. あなたは、この承諾画面を「承諾しない」ことも選択できます。このばあい、あなたは理由を提示する必要はありません。また、承諾しなかったからといって、不利な扱いを受けることはありません。

以上のことを理解して、研究の参加者になることを承諾するならば、下の「承諾する」をクリックしてください。またたとえ「承諾する」をクリックしたとしても、あなたはいつでも、どんな理由でも、研究への参加を取り消すことができます。

承諾する
 承諾しない

3. 座席番号の入力

Giving Game

!!!ここでストップ!!!

座席番号を入力してください

| |
|----|
| 1 |
| 2 |
| 3 |
| 4 |
| 5 |
| 6 |
| 7 |
| 8 |
| 9 |
| 10 |
| 11 |

<< 送信 >>

4. 提供する・しないの意思決定:

| <p>前回移動後のあなたの結果</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>グループ</th> <th>前回平均</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>25.00</td></tr> <tr><td>B</td><td>32.00</td></tr> <tr><td>C</td><td>40.00</td></tr> <tr><td>D</td><td>28.00</td></tr> <tr> <th>グループ</th> <th>ここまでの平均</th> </tr> <tr><td>A</td><td>31.67</td></tr> <tr><td>B</td><td>28.00</td></tr> <tr><td>C</td><td>37.78</td></tr> <tr><td>D</td><td>29.33</td></tr> <tr> <th>グループ</th> <th>人数</th> </tr> <tr><td>A</td><td>4</td></tr> <tr><td>B</td><td>5</td></tr> <tr><td>C</td><td>3</td></tr> <tr><td>D</td><td>5</td></tr> </tbody> </table> | グループ | 前回平均 | A | 25.00 | B | 32.00 | C | 40.00 | D | 28.00 | グループ | ここまでの平均 | A | 31.67 | B | 28.00 | C | 37.78 | D | 29.33 | グループ | 人数 | A | 4 | B | 5 | C | 3 | D | 5 | <p>グループD 第5ラウンド 4 回目</p> <p>ここに、今ラウンドのこれまでの結果が表示されます</p> <p>グループDでの成績</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>回</th> <th>あなたの行動</th> <th>あなたの利益</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>20円提供</td><td>24.00</td></tr> <tr><td>2</td><td>20円提供</td><td>16.00</td></tr> <tr><td>3</td><td>提供しない</td><td>36.00</td></tr> </tbody> </table> <p> 通算: 770.66 円 (移動により60円マイナスされています) <small>グループDのメンバー: あなた(1番)と、他4名です。</small> </p> <p>今回はどうしますか?</p> <p> <input type="radio"/> 20円提供 <input type="radio"/> 提供しない </p> <p style="text-align: center;">送信</p> <p>※送信ボタンを押すと、もう取り消せません。注意してください!!</p> | 回 | あなたの行動 | あなたの利益 | 1 | 20円提供 | 24.00 | 2 | 20円提供 | 16.00 | 3 | 提供しない | 36.00 |
|---|---------|--------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|------|---------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|--------|--------|---|-------|-------|---|-------|-------|---|-------|-------|
| グループ | 前回平均 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 25.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 32.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 40.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | 28.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| グループ | ここまでの平均 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 31.67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 28.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 37.78 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | 29.33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| グループ | 人数 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 回 | あなたの行動 | あなたの利益 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 20円提供 | 24.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 20円提供 | 16.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 提供しない | 36.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

5. 意思決定の結果の確認

| グループ | 前回平均 |
|------|---------|
| A | 36.00 |
| B | 25.00 |
| C | 35.00 |
| D | 40.00 |
| グループ | ここまでの平均 |
| A | 38.00 |
| B | 27.50 |
| C | 37.50 |
| D | 37.50 |
| グループ | 人数 |
| A | 5 |
| B | 4 |
| C | 4 |
| D | 4 |

グループA 第1ラウンド 3回目
ここに、今ラウンドのこれまでの結果が表示されます

グループAでの成績

| 回 | あなたの行動 | あなたの利益 |
|---|--------|--------|
| 1 | 20円提供 | 40.00 |
| 2 | 20円提供 | 32.00 |

通算 **72円**

次回へ移行する準備が出来ました！

20円提供 3人 あなたの選択 提供しない
提供しない 2人 今回の利益は 44.00円です

次回へ移行する準備が出来ました！

6. 移動の意思決定

| ラウンド | グループ | 利益 |
|------|------|-------|
| 1 | A | 36.80 |
| 1 | B | 28.00 |
| 1 | C | 36.00 |
| 1 | D | 34.00 |
| 2 | A | 36.00 |
| 2 | B | 38.67 |
| 2 | C | 28.00 |
| 2 | D | 27.00 |
| 3 | A | 33.60 |
| 3 | B | 39.00 |
| 3 | C | 31.20 |
| 3 | D | 30.67 |
| 4 | A | 32.80 |
| 4 | B | 20.00 |
| 4 | C | 33.00 |
| 4 | D | 28.00 |
| 5 | A | 32.00 |
| 5 | B | 29.60 |
| 5 | C | 36.00 |
| 5 | D | 28.80 |
| 6 | A | 26.67 |
| 6 | B | 29.60 |
| 6 | C | 28.00 |
| 6 | D | 30.67 |

ラウンド終了

| グループ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | メンバー数 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A | 26.66 | 20.00 | 40.00 | 20.00 | 26.66 | 6 |
| B | 28.00 | 28.00 | 36.00 | 24.00 | 32.00 | 5 |
| C | 26.66 | 20.00 | 40.00 | 20.00 | 33.34 | 3 |
| D | 33.34 | 26.66 | 40.00 | 20.00 | 33.34 | 3 |

グループBでの今ラウンドの利益は **136円**でした

移動チャンス

あなたはどのグループに所属しますか？
(同じグループに残る場合は、同じグループを選択してください)

注: 移動時に **20円** マイナスされます

グループA
 グループB
 グループC
 グループD

※送信ボタンを押すと、もう取り消せません。注意してください！！

7. 移動なし条件の情報確認

| ラウンド | グループ | 利益 |
|------|------|-------|
| 1 | A | 31.00 |
| 1 | B | 32.00 |
| 1 | C | 35.00 |
| 1 | D | 27.00 |
| 2 | A | 31.00 |
| 2 | B | 33.00 |
| 2 | C | 33.00 |
| 2 | D | 31.00 |

前ラウンドまでの結果

ラウンド終了

| グループ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | メンバー数 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A | 35.00 | 25.00 | 30.00 | 30.00 | 35.00 | 4 |
| B | 25.00 | 30.00 | 30.00 | 40.00 | 40.00 | 4 |
| C | 40.00 | 35.00 | 25.00 | 35.00 | 30.00 | 4 |
| D | 25.00 | 25.00 | 40.00 | 35.00 | 30.00 | 4 |

グループ**A**での今ラウンドの利益は**150円**でした

確認ボタンを押して来期へ進んで下さい

8. 実験終了

Giving Game

!!!ここでストップ!!!

ご協力ありがとうございました。
 あなたの報酬は 1281.8 円になります。
 (移動により 140円マイナスされています)

あなたの結果は、次のとおりです。

| 年 | 月 | グループ | あなたの行動 | 利益 |
|---|---|------|--------|-------|
| 1 | 1 | A | 20円提供 | 40.00 |
| 1 | 2 | A | 20円提供 | 32.00 |
| 1 | 3 | A | 提供しない | 44.00 |
| 1 | 4 | A | 20円提供 | 32.00 |
| 1 | 5 | A | 20円提供 | 40.00 |
| 2 | 1 | B | 20円提供 | 33.33 |
| 2 | 2 | B | 20円提供 | 40.00 |
| 2 | 3 | B | 提供しない | 53.33 |
| 2 | 4 | B | 20円提供 | 40.00 |
| 2 | 5 | B | 20円提供 | 40.00 |
| 3 | 1 | B | 20円提供 | 40.00 |
| 3 | 2 | B | 20円提供 | 40.00 |

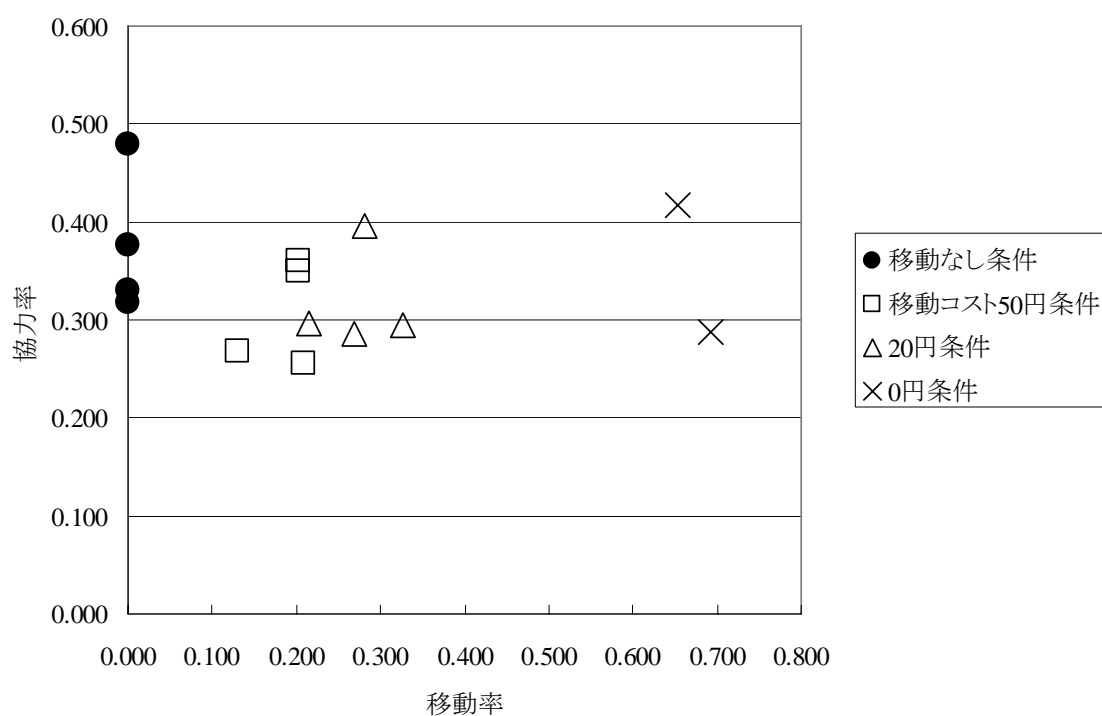
(付録 B 作成 藤山英樹)

付録 C 実験結果

1. 各セッションの「協力率」「移動率」「利得」

| セッション | 条件 | 大学 | 年 | 協力率 | | 移動率 | | 利得 | |
|-------|----------|----|----|-------|-------|--------------------|-------|--------|-------|
| | | | | 平均 | 標準偏差 | 平均 | 標準偏差 | 平均 | 標準偏差 |
| 1 | コスト 50 円 | A | 04 | 0.349 | 0.209 | 0.203 | 0.180 | 1236.5 | 171.9 |
| 2 | コスト 50 円 | A | 04 | 0.360 | 0.184 | 0.203 | 0.116 | 1228.2 | 113.8 |
| 3 | コスト 50 円 | B | 03 | 0.256 | 0.181 | 0.209 | 0.201 | 1145.0 | 181.7 |
| 4 | コスト 50 円 | C | 03 | 0.268 | 0.178 | 0.131 | 0.116 | 1203.9 | 142.4 |
| 5 | コスト 20 円 | A | 04 | 0.295 | 0.161 | 0.327 | 0.145 | 1217.1 | 111.8 |
| 6 | コスト 20 円 | A | 04 | 0.296 | 0.207 | 0.216 | 0.210 | 1223.7 | 102.5 |
| 7 | コスト 20 円 | A | 03 | 0.395 | 0.224 | 0.281 | 0.162 | 1331.8 | 199.3 |
| 8 | コスト 20 円 | B | 03 | 0.286 | 0.163 | 0.268 | 0.166 | 1218.8 | 88.1 |
| 9 | コスト 0 円 | A | 04 | 0.288 | 0.231 | 0.693 | 0.181 | 1261.8 | 100.1 |
| 10 | コスト 0 円 | A | 04 | 0.416 | 0.186 | 0.654 | 0.178 | 1381.2 | 138.3 |
| 11 | 移動なし | A | 04 | 0.376 | 0.275 | | | 1317.5 | 274.8 |
| 12 | 移動なし | A | 04 | 0.318 | 0.154 | | | 1258.8 | 154.1 |
| 13 | 移動なし | A | 03 | 0.331 | 0.146 | | | 1271.8 | 146.5 |
| 14 | 移動なし | D | 03 | 0.480 | 0.260 | | | 1421.2 | 259.8 |
| 全体 | | | | 0.337 | | 0.318 ^a | | 1265.5 | |

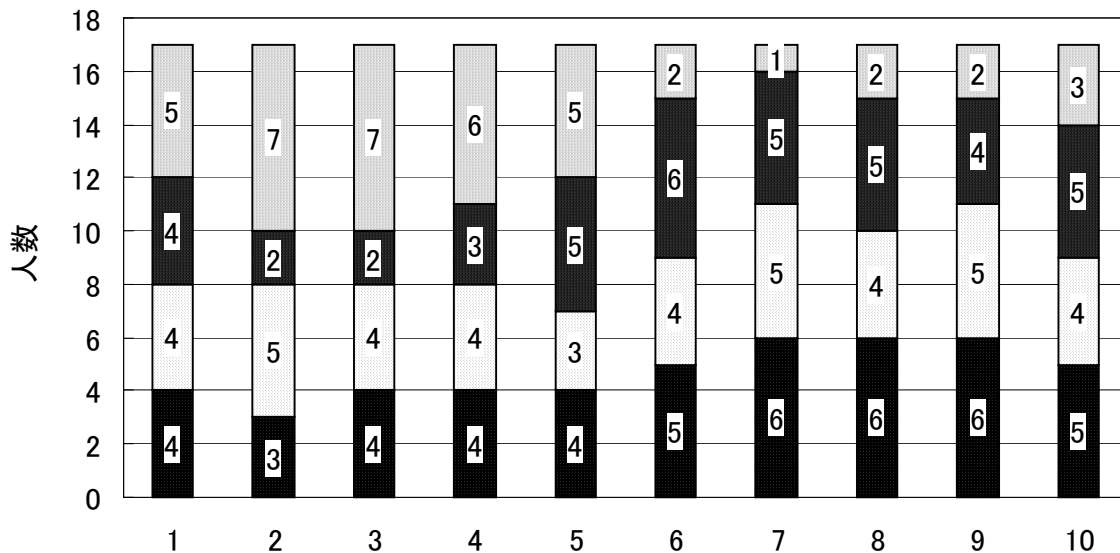
標準偏差は個人間. ^a移動なし条件を除いた平均.



(付録 C1 作成 小林盾)

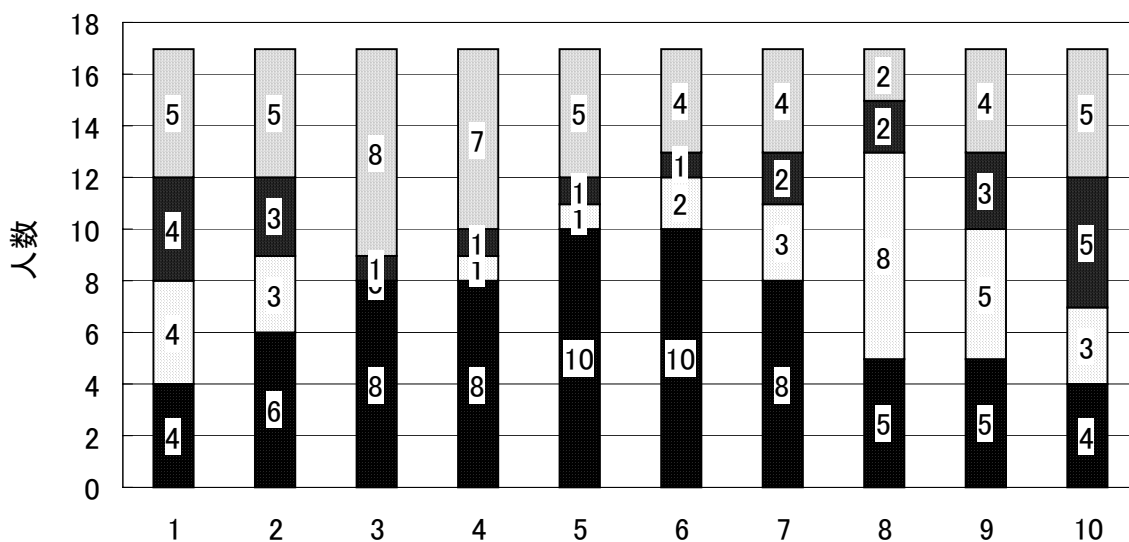
2. セッションごとの、各集団の「ラウンド人数」と「ラウンド平均利得」の推移

セッション1 コスト50円



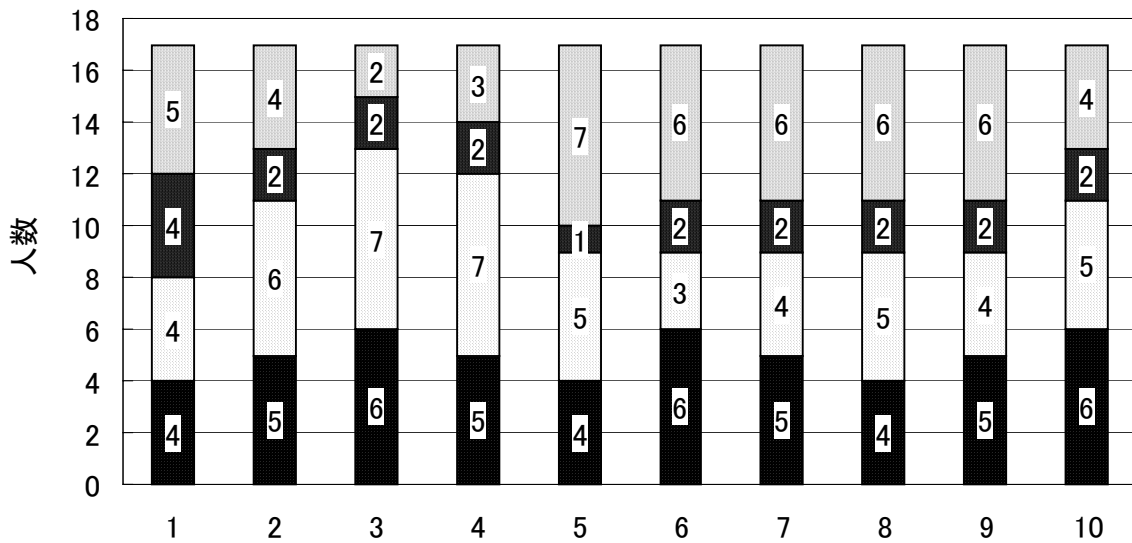
| 協力率 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A | 72% | 29% | 34% | 43% | 24% | 60% | 60% | 80% | 30% | 60% |
| B | 30% | 60% | 80% | 73% | 28% | 37% | 36% | 20% | 5% | 0% |
| C | 20% | 36% | 30% | 30% | 33% | 65% | 16% | 35% | 16% | 25% |
| D | 35% | 53% | 40% | 35% | 40% | 36% | 37% | 27% | 20% | 40% |

セッション2 コスト50円



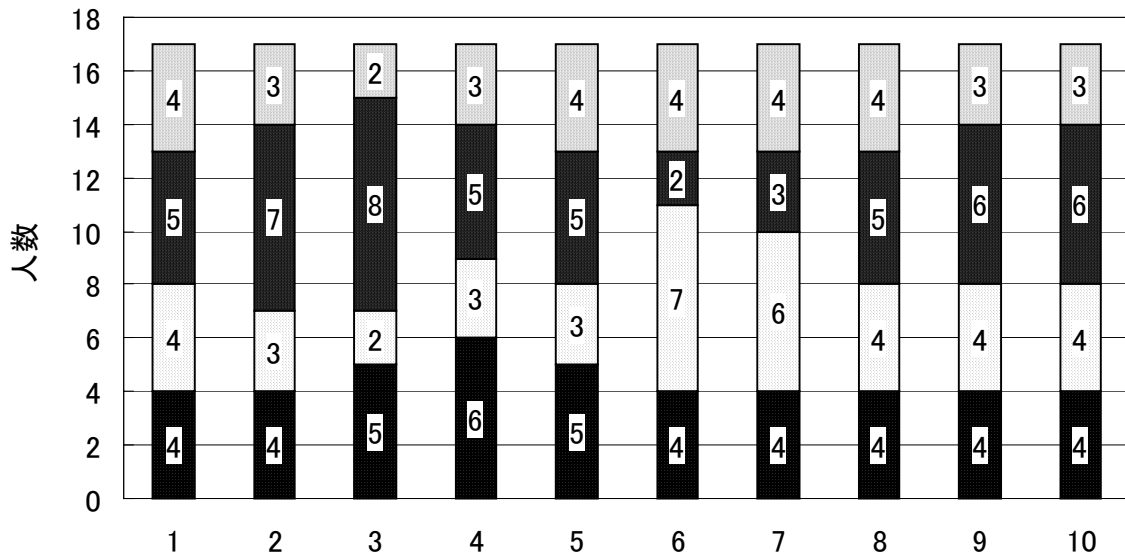
| 協力率 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|------|
| A | 32% | 44% | 38% | 20% | 28% | 15% | 10% | 100% | 75% | 60% |
| B | 30% | 13% | 20% | 80% | 100% | 100% | 100% | 90% | 87% | 20% |
| C | 20% | 7% | 0% | 0% | 0% | 100% | 100% | 20% | 16% | 100% |
| D | 40% | 37% | 38% | 38% | 30% | 24% | 18% | 12% | 12% | 35% |

セッション3 コスト50円



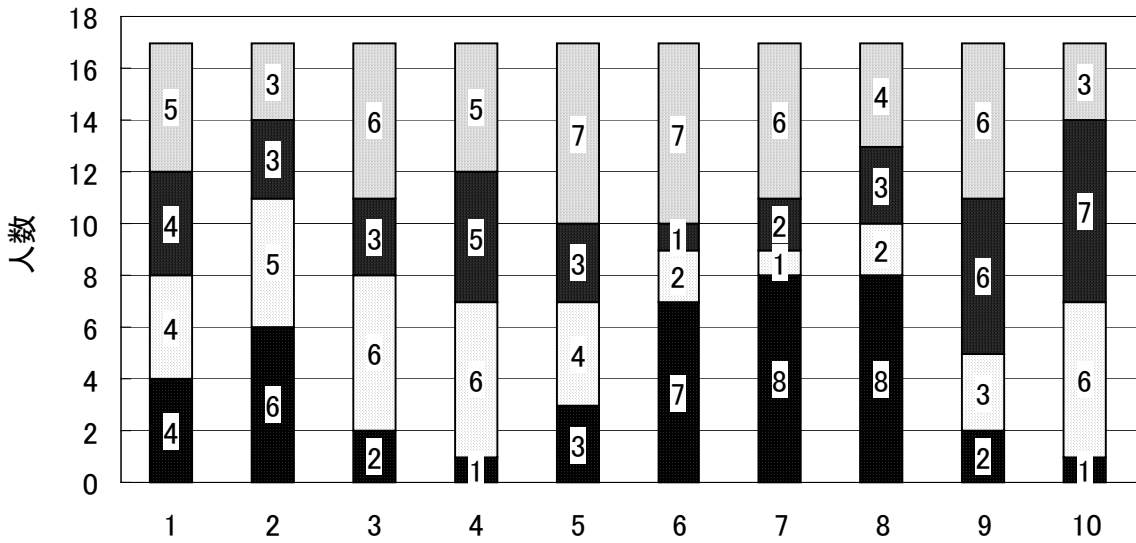
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A | 4% | 50% | 10% | 47% | 29% | 30% | 13% | 3% | 10% | 20% |
| B | 0% | 70% | 50% | 0% | 0% | 40% | 20% | 50% | 20% | 30% |
| C | 45% | 17% | 17% | 23% | 12% | 20% | 65% | 20% | 40% | 24% |
| D | 35% | 32% | 37% | 40% | 35% | 27% | 24% | 25% | 28% | 17% |

セッション4 コスト50円



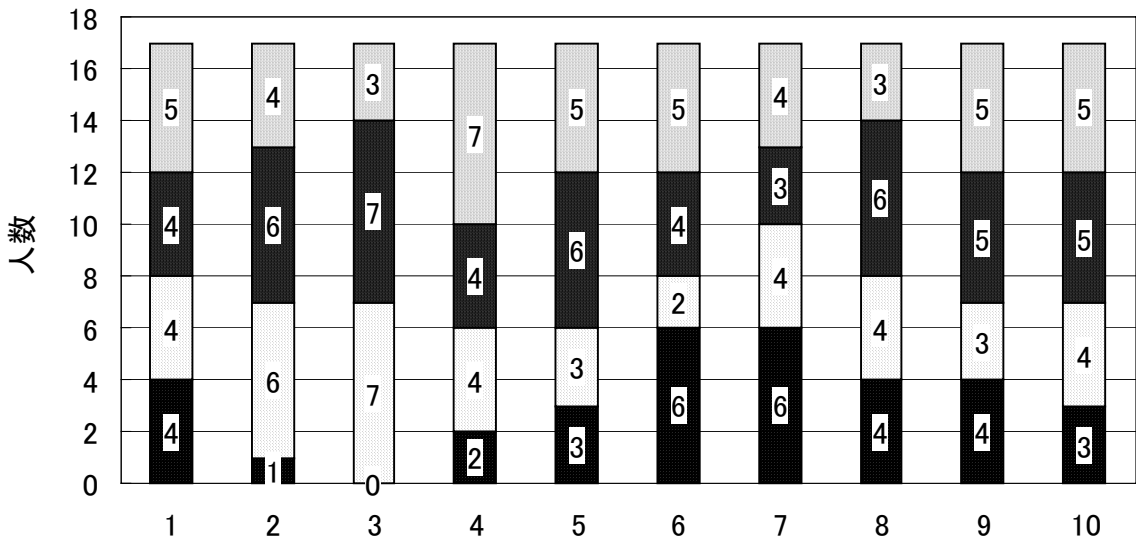
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| A | 25% | 20% | 20% | 20% | 15% | 55% | 30% | 45% | 40% | 47% |
| B | 40% | 23% | 10% | 36% | 16% | 30% | 27% | 20% | 20% | 33% |
| C | 20% | 33% | 60% | 93% | 100% | 37% | 3% | 10% | 15% | 5% |
| D | 25% | 25% | 40% | 27% | 20% | 15% | 15% | 15% | 10% | 10% |

セッション5 コスト20円



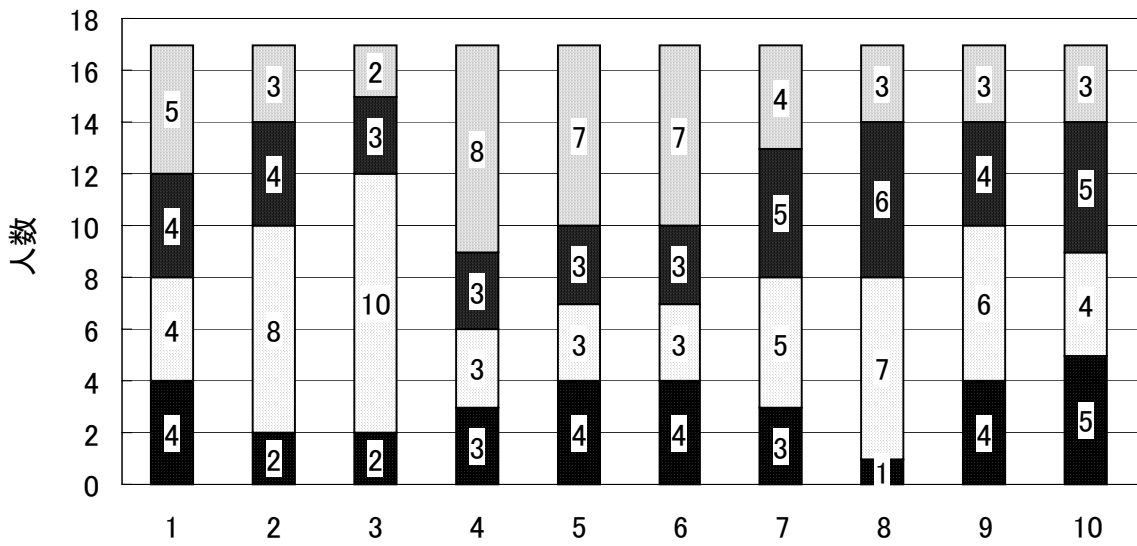
| 協力率 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A | 32% | 47% | 40% | 32% | 37% | 23% | 13% | 25% | 7% | 73% |
| B | 20% | 87% | 53% | 20% | 20% | 60% | 60% | 47% | 20% | 17% |
| C | 35% | 20% | 40% | 20% | 10% | 20% | 0% | 50% | 67% | 10% |
| D | 45% | 23% | 30% | 60% | 73% | 31% | 23% | 10% | 10% | 40% |

セッション6 コスト20円



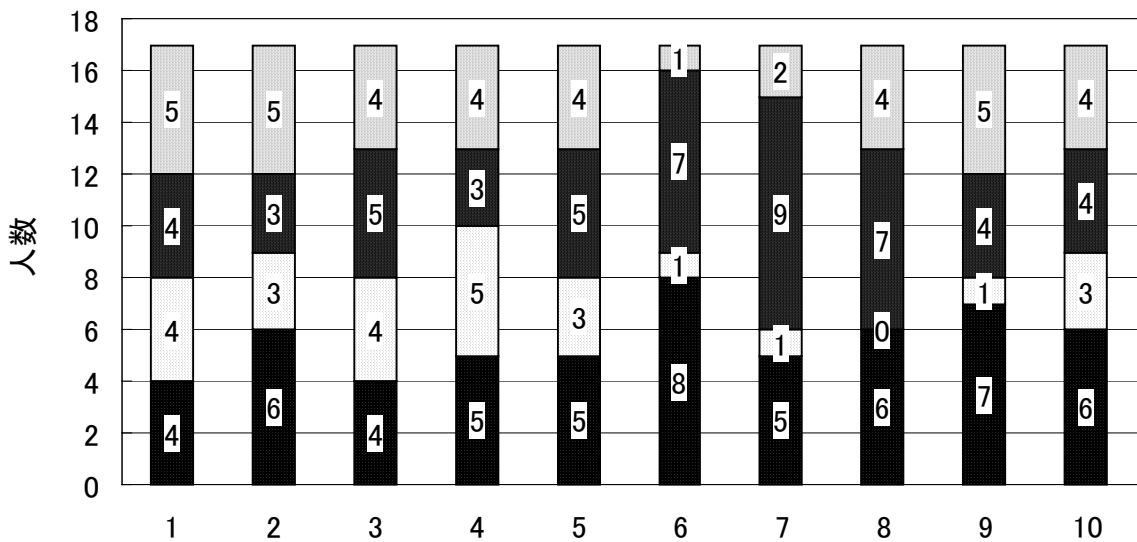
| 協力率 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A | 12% | 15% | 47% | 20% | 24% | 16% | 10% | 60% | 20% | 16% |
| B | 75% | 43% | 29% | 45% | 10% | 45% | 93% | 17% | 24% | 16% |
| C | 25% | 37% | 26% | 20% | 73% | 20% | 15% | 15% | 47% | 15% |
| D | 5% | 100% | 0% | 100% | 60% | 7% | 13% | 55% | 5% | 87% |

セッション7 コスト20円



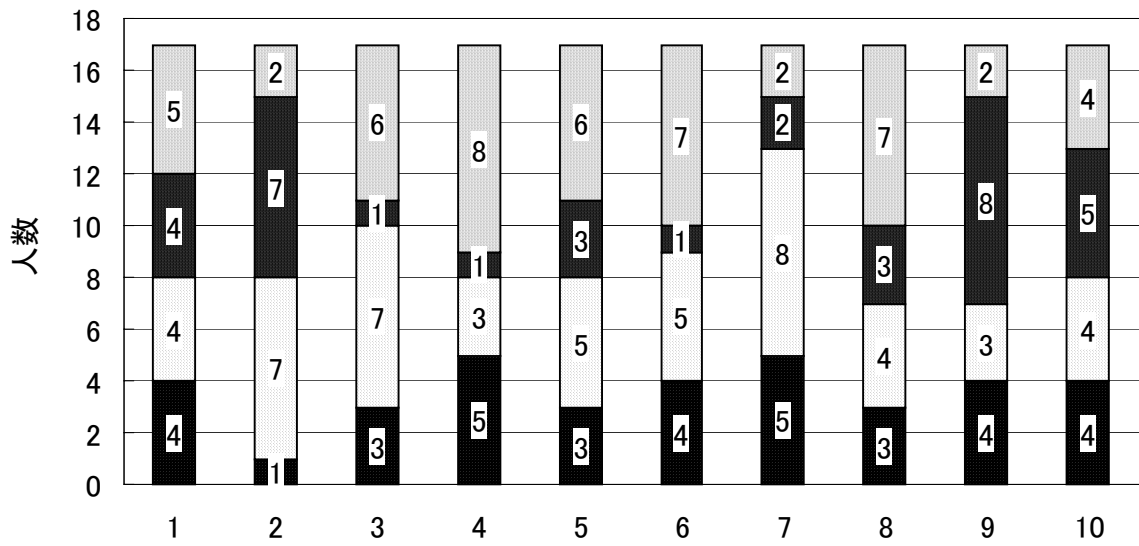
| 協力率 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| A | 8% | 33% | 100% | 50% | 26% | 26% | 30% | 60% | 40% | 27% |
| B | 25% | 25% | 13% | 20% | 40% | 60% | 64% | 43% | 50% | 36% |
| C | 40% | 25% | 12% | 27% | 100% | 93% | 84% | 54% | 23% | 35% |
| D | 30% | 20% | 20% | 53% | 50% | 25% | 27% | 80% | 85% | 36% |

セッション8 コスト20円



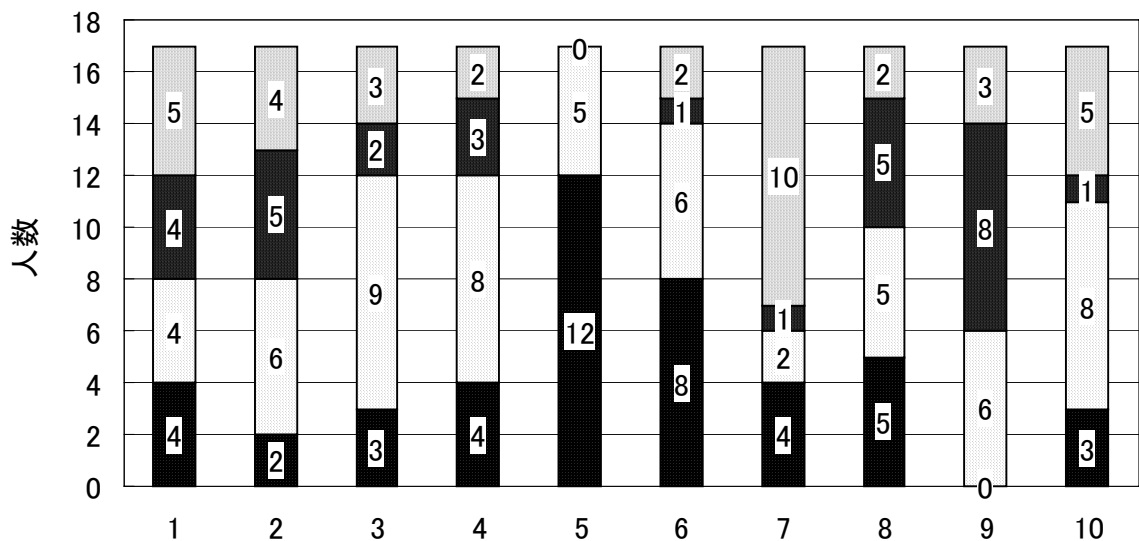
| 協力率 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| A | 28% | 28% | 5% | 5% | 0% | 40% | 60% | 50% | 32% | 20% |
| B | 15% | 73% | 28% | 60% | 16% | 34% | 16% | 9% | 35% | 15% |
| C | 15% | 47% | 45% | 28% | 7% | 60% | 100% | 0% | 60% | 67% |
| D | 45% | 30% | 50% | 12% | 48% | 13% | 60% | 20% | 17% | 27% |

セッション9 コスト0円



| 協力率 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A | 16% | 70% | 33% | 15% | 23% | 11% | 90% | 17% | 50% | 10% |
| B | 40% | 14% | 100% | 0% | 27% | 40% | 0% | 53% | 5% | 8% |
| C | 65% | 46% | 6% | 60% | 52% | 32% | 20% | 15% | 27% | 5% |
| D | 20% | 100% | 87% | 28% | 33% | 35% | 32% | 13% | 60% | 45% |

セッション10 コスト0円



| 協力率 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| A | 44% | 40% | 27% | 20% | 0% | 100% | 26% | 70% | 67% | 28% |
| B | 45% | 40% | 60% | 20% | 0% | 20% | 100% | 72% | 20% | 80% |
| C | 70% | 50% | 51% | 30% | 32% | 40% | 70% | 40% | 33% | 13% |
| D | 40% | 80% | 53% | 60% | 35% | 40% | 35% | 32% | 0% | 93% |

セッション11 移動なし(人数はすべて4人)

| | | | | | | | | | | | |
|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 協力率 | A | 55% | 30% | 50% | 65% | 40% | 25% | 45% | 45% | 45% | 45% |
| | B | 50% | 70% | 70% | 45% | 75% | 40% | 50% | 55% | 30% | 55% |
| | C | 55% | 55% | 60% | 50% | 55% | 35% | 55% | 50% | 45% | 45% |
| | D | 70% | 45% | 50% | 60% | 60% | 50% | 50% | 45% | 65% | 55% |

セッション12

| | | | | | | | | | | | |
|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 協力率 | A | 40% | 45% | 20% | 45% | 25% | 45% | 35% | 25% | 35% | 45% |
| | B | 65% | 50% | 30% | 60% | 45% | 35% | 25% | 55% | 35% | 55% |
| | C | 30% | 40% | 20% | 35% | 15% | 55% | 25% | 40% | 25% | 30% |
| | D | 30% | 35% | 30% | 25% | 35% | 25% | 55% | 20% | 5% | 20% |

セッション13

| | | | | | | | | | | | |
|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 協力率 | A | 45% | 55% | 35% | 35% | 55% | 45% | 30% | 25% | 30% | 0% |
| | B | 60% | 65% | 55% | 45% | 55% | 60% | 55% | 65% | 50% | 50% |
| | C | 45% | 15% | 30% | 40% | 45% | 25% | 35% | 25% | 55% | 30% |
| | D | 40% | 55% | 45% | 40% | 45% | 35% | 30% | 20% | 30% | 0% |

セッション14

| | | | | | | | | | | | |
|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 協力率 | A | 20% | 20% | 5% | 0% | 45% | 45% | 15% | 25% | 10% | 20% |
| | B | 15% | 65% | 65% | 25% | 15% | 50% | 30% | 25% | 15% | 40% |
| | C | 55% | 55% | 45% | 55% | 60% | 60% | 60% | 60% | 45% | 40% |
| | D | 30% | 25% | 35% | 15% | 40% | 20% | 15% | 30% | 25% | 30% |

(付録 C2 作成 大浦宏邦)

3. 実験風景



(付録 C3 作成 小林盾)

付録D 実験事前・事後質問紙と単純集計

1. 事前質問紙

| | | |
|------|--|--|
| 座席番号 | | |
|------|--|--|

日常生活における考え方についてのアンケート

このアンケートは、あなたが日常生活において、どのようなご意見をもっているかを、
おうかがいするものです。

【ご回答にあたって】

- * 回答はすべて統計的に処理されますので、あなたのデータが個人的に分析されたり、
回答した内容が他人に知られたりすることは決してありません。
- * お答えしにくい質問に関しましては無理にお答えいただく必要はございません。

まず、下の（ ）内を埋めてから、次のページへお進みください。（ $N=257$ ）

性別： （ 女 ・ 男 ） 欠損
65.8 33.8 0.4 （数字は%，以下同様）

年齢： （ ）歳
18：14.8，19：30.0，20：30.0，21：16.7，22：5.8，23：2.0，25：0.4，28：0.4，欠損：0.4

問1 次のような考え方についてあなたはどのように思いますか。あなたの考えにもっとも近い数字に 印をつけてください。
(N=257)

| | 全そ 思ない | そ 思ない | そ 思 | 強そ 思 | 欠損 | | | |
|--|-----------|----------|--------|---------|------|------|------|-----|
| 1. ほとんどの人は基本的に正直である | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 |
| | 4.3 | 10.5 | 32.3 | 11.3 | 28.0 | 11.7 | 2.0 | 0.0 |
| 2. 私は人を信頼するほうである | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 |
| | 2.0 | 3.1 | 15.2 | 14.8 | 35.4 | 24.5 | 5.1 | 0.0 |
| 3. 他人との付き合いでは、いくら用心しても しすぎることはない | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 |
| | 1.2 | 7.4 | 23.4 | 22.2 | 25.3 | 12.8 | 7.8 | 0.0 |
| 4. ほとんどの人は信頼できる | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 |
| | 3.5 | 9.0 | 24.9 | 26.9 | 23.0 | 10.9 | 2.0 | 0.0 |
| 5. この社会では、気をつけていないと 誰かに利用されてしまう | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 |
| | 0.0 | 1.2 | 6.6 | 16.0 | 32.7 | 26.9 | 16.7 | 0.0 |
| 6. 人にはみな邪悪な傾向があると考えて おけば、困った目にあわないですむ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 |
| | 7.4 | 15.6 | 29.6 | 18.3 | 16.0 | 8.6 | 4.7 | 0.0 |

問2 次のような考え方についてあなたはどのように思いますか。あなたの考えにもっとも近い数字に 印をつけてください。
(N=257)

| | 全そ 思ない | そ 思ない | そ 思 | 強そ 思 | 欠損 | | | |
|--|-----------|----------|--------|---------|------|------|-----|-----|
| 1. 自分一人がクーラーの使用を控えても 地球温暖化を防ぐには役に立たないと思う | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 |
| | 10.5 | 17.9 | 28.8 | 9.7 | 18.7 | 10.1 | 4.3 | 0.0 |
| 2. 自分のごみを捨てなければ、学校がきれいに 保たれると思う | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 |
| | 5.8 | 9.7 | 27.2 | 17.1 | 23.7 | 10.5 | 5.5 | 0.4 |
| 3. 自分一人ぐらい投票に行かなくても、選挙結果 には関係がないと思う | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 |
| | 13.6 | 15.6 | 26.9 | 14.0 | 18.3 | 7.8 | 3.9 | 0.0 |
| 4. 世の中の利益は、努力に応じてというよりは、 誰にも平等に分けられることが多い | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 |
| | 36.2 | 31.5 | 25.7 | 4.7 | 0.8 | 0.0 | 1.2 | 0.0 |

問3 次のことがらは、あなたの普段のふるまいや考え方にどのくらいあてはまると思われますか。最も近い数字に 印をつけてください。(N=257)

| | 全くあてはまらない | | | | あてはまる | | | 欠損 |
|------------------------------------|-----------|------|------|------|-------|------|------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 1. 不公平な事は耐えられない | 0.8 | 6.2 | 7.4 | 9.3 | 28.4 | 30.7 | 17.1 | 0.0 |
| 2. 自分自身について他の人に伝えるときは ひかえめに言う | 3.1 | 4.3 | 13.6 | 16.0 | 30.7 | 24.9 | 7.4 | 0.0 |
| 3. 自分の得意なことは、人から聞かれるまで 言わない | 5.1 | 9.0 | 23.7 | 19.5 | 17.1 | 18.3 | 7.4 | 0.0 |
| 4. 自分のよいところを実際以上にアピールする | 12.1 | 14.8 | 38.9 | 14.8 | 12.8 | 3.1 | 3.1 | 0.4 |
| 5. 人が冷遇されているのを見ると、非常に腹が立つ | 1.6 | 3.9 | 9.3 | 16.3 | 32.3 | 22.2 | 14.4 | 0.0 |
| 6. 大勢の中で一人ぼっちでいる人を見ると、 かわいそうになる | 6.2 | 5.8 | 9.7 | 10.9 | 27.6 | 26.1 | 13.6 | 0.0 |
| 7. 贈り物をした相手の人が喜ぶ様子を見るのが好きだ | 0.4 | 0.4 | 2.7 | 5.5 | 10.5 | 30.0 | 50.6 | 0.0 |
| 8. まわりの人が悩んでいても平気でいられる | 16.0 | 33.1 | 31.1 | 8.2 | 6.6 | 3.5 | 1.6 | 0.0 |
| 9. まわりが興奮していても、平静でいられる | 7.0 | 15.6 | 14.4 | 13.2 | 19.1 | 21.8 | 9.0 | 0.0 |
| 10. 「石の上にも3年」という格言が好きだ | 9.3 | 17.5 | 24.9 | 27.6 | 12.1 | 4.3 | 3.9 | 0.4 |
| 11. 将来のことを思えばどんな苦しみにも耐えられる | 12.5 | 19.1 | 30.0 | 13.6 | 14.0 | 7.4 | 3.5 | 0.0 |

問4 以下のことがらは、あなた自身にどのくらいあてはまりますか。最も近い数字に 印をつけてください。(N=257)

| | 全くあてはまらない | | | | あてはまる | | | 欠損 |
|-----------------------|-----------|-----|------|------|-------|------|------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 1. 自分の出身中学や出身高校を誇りに思う | 8.6 | 9.3 | 13.2 | 16.3 | 21.4 | 17.9 | 13.2 | 0.0 |
| 2. 自分の学校の悪口を言われると腹が立つ | 7.0 | 9.0 | 13.6 | 13.6 | 21.0 | 21.8 | 14.0 | 0.0 |

問5 次にあげてあるいろいろな行動を、あなたは普段どの程度しているでしょうか。最も近い数字に 印をつけてください。(N=257)

| | 全くない | | ほとんどない | | ときどきする | | たまたまする | | いっしょにする | | 欠損 |
|-------------------------------|------|------|--------|------|--------|---|--------|---|---------|--|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | |
| 1. お店で、渡されたおつりが多かったとき、注意してあげる | 15.6 | 20.6 | 22.6 | 24.9 | 16.3 | | | | | | 0.0 |
| 2. 何か探している人には、こちらから声をかける | 3.5 | 31.5 | 41.6 | 20.6 | 2.7 | | | | | | 0.0 |
| 3. 酒に酔った友人などの世話をする | 5.8 | 17.5 | 29.6 | 35.8 | 11.3 | | | | | | 0.0 |
| 4. バスや列車で、立っている人に席をゆずる | 2.3 | 14.8 | 51.4 | 24.5 | 7.0 | | | | | | 0.0 |
| 5. 友人のレポート作成や宿題を手伝う | 20.2 | 40.1 | 27.6 | 10.1 | 2.0 | | | | | | 0.0 |
| 6. 見知らぬ人がハンカチなどを落としたとき、教えてあげる | 0.8 | 7.0 | 14.4 | 47.1 | 30.7 | | | | | | 0.0 |

問6 以下のような行動をとる人はどのくらいいると思いますか。それぞれ()の中に、0～100までの数字を書いてください。(N=257)

1. ごみの分別をきちんとしている人は何%くらいいると思いますか ()%くらい
 ~10 : 2.7, ~20 : 4.3, ~30 : 12.1, ~40 : 18.3, ~50 : 19.1,
 ~60 : 21.0, ~70 : 14.4, ~80 : 7.4, ~90 : 0.8, ~100 : 0.0, 欠損 : 0.0

2. 水不足のときに、何%くらいの方が節水すると思いますか ()%くらい
 ~10 : 4.3, ~20 : 7.8, ~30 : 12.5, ~40 : 10.5, ~50 : 20.6,
 ~60 : 19.5, ~70 : 12.1, ~80 : 10.1, ~90 : 2.7, ~100 : 0.0, 欠損 : 0.0

問7 以下のことがらについて、あなた自身の考えにもっとも近い数字に 印をつけてください。(10, 16, 17 以外は N=257)

| | 全そでもない | | そでもない | | その | | 強くその | | |
|--|--------|------|-------|------|------|------|------|-----|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| 1. まわりがダメな時は自分が頑張らなければと思う方だ | 1.2 | 2.3 | 7.0 | 9.3 | 33.8 | 29.2 | 17.1 | 0.0 | |
| 2. 詐欺にやられるのは、だまされる人の方が悪いと思う | 15.2 | 14.8 | 24.9 | 20.6 | 16.0 | 5.5 | 3.1 | 0.0 | |
| 3. 面倒なことでも自分から進んで行く方だ | 5.1 | 7.8 | 23.3 | 26.5 | 25.3 | 10.1 | 2.0 | 0.0 | |
| 4. お人好しの方だ | 3.1 | 3.5 | 8.6 | 18.7 | 31.5 | 25.3 | 9.3 | 0.0 | |
| 5. 利益の分け前は、努力にかかわらず、誰もが同じだけもらえるようにした方がよい | 23.4 | 23.4 | 31.5 | 12.1 | 6.2 | 2.3 | 0.8 | 0.4 | |
| 6. 世の中、勝たなければ意味がない | 7.4 | 7.8 | 24.9 | 17.5 | 17.5 | 13.6 | 10.9 | 0.4 | |
| 7. 何事も他人に任せる方だ | 9.0 | 22.2 | 24.5 | 20.6 | 15.2 | 6.2 | 2.0 | 0.4 | |
| 8. 困難な状況にも、逃げずに立ち向かう方だ | 2.0 | 6.2 | 19.5 | 25.3 | 31.5 | 11.3 | 4.3 | 0.0 | |
| 9. 要領良く、やってる振りができる方だ | 9.3 | 14.0 | 22.6 | 13.2 | 20.2 | 13.6 | 7.0 | 0.0 | |
| 10. 自分の評判を気にする方だ (N=123 : 2003 年のみ) | 4.1 | 3.3 | 8.9 | 8.9 | 33.3 | 28.5 | 13.0 | 0.0 | |

| | | | | | | | | |
|---|-----------|----------|------|--------|------|--------------|------|-----|
| 11. あきらめは早い方だ | 全そ 思ない | そ 思ない | | そ 思 | | 強 くそ 思 | | 欠損 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| | 7.4 | 16.3 | 25.3 | 16.3 | 19.1 | 9.0 | 6.2 | 0.4 |
| 12. 誠意をもって接すれば相手に 分かってもらえると思う | 全そ 思ない | そ 思ない | | そ 思 | | 強 くそ 思 | | 欠損 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| | 3.1 | 1.6 | 10.1 | 16.3 | 29.2 | 28.0 | 11.3 | 0.4 |
| 13. 給料が同じなら、必要以上に働きたくない | 全そ 思ない | そ 思ない | | そ 思 | | 強 くそ 思 | | 欠損 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| | 4.3 | 9.7 | 21.8 | 12.1 | 22.2 | 12.5 | 17.1 | 0.4 |
| 14. 粘り強い方だ | 全そ 思ない | そ 思ない | | そ 思 | | 強 くそ 思 | | 欠損 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| | 3.5 | 5.1 | 18.3 | 17.1 | 30.7 | 16.7 | 7.8 | 0.8 |
| 15. 掃除当番などの義務はなるべく避けたい | 全そ 思ない | そ 思ない | | そ 思 | | 強 くそ 思 | | 欠損 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| | 10.1 | 15.6 | 28.4 | 17.5 | 14.0 | 7.0 | 6.6 | 0.8 |
| 16. 就職したら、なるべく同じ職場で働き続けたいと思う (N=134:2004年のみ) | 全そ 思ない | そ 思ない | | そ 思 | | 強 くそ 思 | | 欠損 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| | 7.5 | 11.2 | 14.2 | 17.2 | 17.2 | 20.1 | 11.9 | 0.7 |
| 17. 良い機会があれば転職して、自分にあった職場を 探したいと思う (N=134:2004年のみ) | 全そ 思ない | そ 思ない | | そ 思 | | 強 くそ 思 | | 欠損 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| | 1.5 | 3.0 | 8.2 | 15.7 | 20.9 | 23.1 | 26.9 | 0.7 |

回答が終わった方は、指示があるまで

そのまま静かにお待ちください

2. 事後質問紙

| | | |
|------|--|--|
| 座席番号 | | |
|------|--|--|

実験後の質問紙

問1 次のそれぞれの質問に対して、あてはまる数字に 印をつけてください。(N=257)

| | | | | | | | | | |
|--|----------|------|------|------|------|------|------|------------|--|
| 1. 実験の説明はよく理解できましたか | 全理解がなかった | | | | | | | とてもよく理解できた | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 0.0 | 1.6 | 5.1 | 9.7 | 13.2 | 23.7 | 46.7 | 0.0 | |
| 2. 実験に参加するにあたって、たくさんの報酬をもらうことを、どの程度期待していましたか | 全期待がなかった | | | | | | | 非常に期待した | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 3.5 | 7.8 | 12.8 | 23.0 | 29.6 | 8.6 | 14.8 | 0.0 | |
| 3. あなたは、 <u>実験を始める前に</u> 、同じグループの人たちが資源を提供すると、どの程度思いましたか | 全思わなかった | | | | | | | 強く思った | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 5.5 | 13.6 | 27.2 | 17.1 | 23.7 | 9.0 | 3.9 | 0.0 | |
| 4. あなたが資源を提供すれば、グループ全体の利益が上がると思いましたか | 全思わなかった | | | | | | | 強く思った | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 6.6 | 12.1 | 16.7 | 9.0 | 31.1 | 12.8 | 11.7 | 0.0 | |
| 5. あなたが資源を提供すれば、グループのメンバーも提供すると思いましたか | 全思わなかった | | | | | | | 強く思った | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 7.0 | 9.0 | 19.9 | 15.6 | 21.8 | 19.9 | 6.6 | 0.4 | |

問2 ゲーム中、次のことがらにどの程度関心がありましたか。あてはまる数字に 印をつけてください。(1以外は N=257)

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------|------|------|------|------|------|------|-----------|--|
| 1. 他のグループの人数 (N=193: 移動あり条件のみ) | 全関心がなかった | | | | | | | 非常に関心があった | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 4.1 | 5.2 | 5.7 | 8.3 | 25.4 | 25.9 | 25.4 | 0.0 | |
| 2. なるべく自分の利益をあげることに | 全関心がなかった | | | | | | | 非常に関心があった | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 1.1 | 2.0 | 4.7 | 10.5 | 25.7 | 25.3 | 30.7 | 0.0 | |
| 3. 他人より利益をふやすことに | 全関心がなかった | | | | | | | 非常に関心があった | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 8.6 | 9.0 | 16.0 | 15.6 | 19.1 | 14.4 | 17.5 | 0.0 | |
| 4. 自分のグループの利益をあげることに | 全関心がなかった | | | | | | | 非常に関心があった | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 7.8 | 8.2 | 11.7 | 12.8 | 24.9 | 18.3 | 16.3 | 0.0 | |
| 5. 他のグループより利益をあげることに | 全関心がなかった | | | | | | | 非常に関心があった | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 14.8 | 13.6 | 13.6 | 11.7 | 14.4 | 17.5 | 14.4 | 0.0 | |

問3 あなたはゲーム中、何回くらいグループを移動したと思いますか。あてはまる数字に 印をつけてください。
(N=193：移動あり条件のみ)

| | | | | |
|------------|------|--------------|--------------|---------|
| 1. 「0回」 | 13.0 | } 問5にお進みください | | |
| 2. 「1回～2回」 | 27.5 | | | |
| 3. 「3回～4回」 | 29.5 | | } 問4にお進みください | 欠損 19.7 |
| 4. 「5回以上」 | 10.4 | | | |

問4 グループを移動した人にお聞きします。次のことから、あなたの移動の理由にどの程度あてはまりますか。あてはまる数字に 印をつけてください。(N=193：移動あり条件のみ)

| | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|----------|--|
| | 全くあてはまらない | | | | | | | 非常にあてはまる | |
| 1. 利益を増やしたかったから移動した | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 5.2 | 4.1 | 5.2 | 5.7 | 19.7 | 17.1 | 29.0 | 14.0 | |
| | 全くあてはまらない | | | | | | | 非常にあてはまる | |
| 2. 気分転換をしたかったから移動した | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 26.4 | 9.8 | 11.4 | 10.4 | 13.5 | 7.8 | 6.7 | 14.0 | |
| | 全くあてはまらない | | | | | | | 非常にあてはまる | |
| 3. メンバーが資源を提供しなかったから移動した | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 10.4 | 6.2 | 3.6 | 6.2 | 18.1 | 17.6 | 23.8 | 14.0 | |
| | 全くあてはまらない | | | | | | | 非常にあてはまる | |
| 4. 他のグループの利益が高かったから移動した | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 13.5 | 10.9 | 10.4 | 8.3 | 17.6 | 14.5 | 11.4 | 13.5 | |
| | 全くあてはまらない | | | | | | | 非常にあてはまる | |
| 5. 利益が下がってきたから移動した | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 11.4 | 8.8 | 8.8 | 16.6 | 16.6 | 14.0 | 10.4 | 13.5 | |
| | 全くあてはまらない | | | | | | | 非常にあてはまる | |
| 6. なんとなく移動した | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 38.9 | 10.9 | 9.8 | 6.2 | 6.7 | 5.7 | 8.3 | 13.5 | |

問5 【移動あり条件の聞き方】あなたがとくに長く所属していたグループを1つ思い出してください。
【移動なし条件の聞き方】あなたが所属していたグループを思い出してください。(N=257)

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------|--------|--------|--------|------|-------|-----|-------|
| 1. それはどのグループでしたか。1つに 印をつけてください。 | グループA | ・グループB | ・グループC | ・グループD | 欠損 | | | |
| | 24.1 | 16.7 | 19.8 | 23.4 | 16.0 | | | |
| | 全くあてはまらない | | | | | 強く思った | | |
| 2. そのグループの居心地がよいと思えましたか | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 |
| | 8.2 | 9.7 | 20.2 | 20.2 | 18.7 | 5.5 | 3.9 | 13.6 |
| | 全くあてはまらない | | | | | | | 強く感じた |
| 3. そのグループにどれくらい愛着を感じていましたか | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 |
| | 14.4 | 14.0 | 17.1 | 14.8 | 17.9 | 3.9 | 3.9 | 14.0 |
| | 全くあてはまらない | | | | | | | 強く思った |
| 4. そのグループは他のグループと比べて優れていると思えましたか | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 |
| | 15.2 | 14.4 | 20.2 | 14.8 | 15.6 | 3.9 | 2.3 | 13.6 |

5. 【移動あり条件】あなたが実験中にとくに長く続けて所属していたと思うグループのメンバーについて、質問します。
 【移動なし条件】あなたが実験中に所属していたグループのメンバーについて、質問します。
 その人たちはどんな人たちだと思いますか。それぞれあてはまる数字に 印をつけてください。

| | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|-----|--------|--|
| 1) 信頼できない | | | | | | | | 信頼できる | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 8.2 | 8.6 | 18.7 | 28.0 | 16.0 | 6.6 | 3.5 | 10.5 | |
| 2) 非協力的 | | | | | | | | 協力的 | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 10.5 | 14.0 | 21.8 | 15.6 | 17.1 | 7.4 | 3.1 | 10.5 | |
| 3) 好ましい | | | | | | | | 好ましくない | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 2.7 | 3.9 | 14.4 | 31.1 | 20.2 | 11.3 | 5.8 | 10.5 | |
| 4) 気前がいい | | | | | | | | 気前が悪い | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 2.0 | 7.8 | 14.8 | 26.1 | 21.0 | 8.6 | 9.3 | 10.5 | |

問6 次のそれぞれの質問について、もっともあてはまる数字に 印をつけてお答えください。(1, 2, 8以外はN=257)

| | | | | | | | | | |
|---|---------|------|------|------|------|------|------|---------|--|
| 1. できるだけ同じグループに所属する方がいいと思いましたが (N=193: 移動あり条件のみ) | 全思わなかった | | | | | | | 強く思った | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 8.8 | 10.4 | 20.7 | 17.6 | 18.1 | 13.5 | 10.9 | 0.0 | |
| 2. できるだけ移動して、条件のいいグループを選ぼうと思いましたが (N=193: 移動あり条件のみ) | 全思わなかった | | | | | | | 強く思った | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 16.1 | 13.5 | 22.8 | 7.8 | 19.7 | 15.0 | 5.2 | 0.0 | |
| 3. 資源を提供しないことで自分の利益を増やそうと思いましたが | 全思わなかった | | | | | | | 強く思った | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 4.7 | 4.3 | 9.3 | 11.7 | 27.6 | 17.1 | 25.3 | 0.0 | |
| 4. 自分だけ資源を提供すると損をするので、それを避けようと思いましたが | 全思わなかった | | | | | | | 強く思った | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 4.7 | 6.6 | 9.3 | 10.9 | 25.7 | 20.2 | 22.6 | 0.0 | |
| 5. グループのメンバーとして、他のメンバーに嫌がられないことを重視しましたか | 全重視なかった | | | | | | | 非常に重視した | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 30.4 | 15.6 | 23.0 | 13.6 | 12.8 | 3.5 | 1.2 | 0.0 | |
| 6. 実験中、できるだけたくさんのお金を得ようと努力しましたか | 全努力なかった | | | | | | | 非常に努力した | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 1.6 | 2.3 | 7.0 | 12.5 | 24.5 | 24.1 | 28.0 | 0.0 | |

| | | | | | | | | | |
|---|----------|------|------|------|------|------|------|-----------|--|
| 7. 同じメンバーでゲームをしていると、信頼関係ができてくると思いましたが | 全思わなかった | | | | | | | 強く思った | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 19.1 | 16.3 | 20.2 | 11.3 | 15.6 | 12.8 | 4.3 | 0.4 | |
| 8. 資源を提供する人たちと一緒にグループになりたいと思いましたが (N=225 : 2003 年は移動ありのみ) | 全思わなかった | | | | | | | 強く思った | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 3.6 | 4.4 | 7.6 | 8.4 | 15.6 | 22.7 | 37.8 | 0.0 | |
| 9. 他のメンバーが資源を提供しなかった時、自分も提供したくないと思いましたが | 全思わなかった | | | | | | | 強く思った | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 1.6 | 3.1 | 4.7 | 8.6 | 22.2 | 24.9 | 35.0 | 0.0 | |
| 10. 他のメンバーが資源を提供しなかった時、他のグループに移りたいと思いましたが | 全思わなかった | | | | | | | 強く思った | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 10.9 | 9.7 | 9.7 | 11.3 | 14.0 | 18.7 | 25.7 | 0.0 | |
| 11. 他のメンバーが資源を提供した時、自分も提供するいいチャンスだと思いましたが | 全思わなかった | | | | | | | 強く思った | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 7.8 | 6.2 | 16.0 | 14.8 | 19.1 | 19.5 | 16.7 | 0.0 | |
| 12. 他のメンバーが資源を提供した時、出し抜くチャンスだと思いましたが | 全思わなかった | | | | | | | 強く思った | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 11.7 | 10.9 | 19.5 | 19.8 | 14.4 | 8.2 | 14.4 | 1.2 | |
| 13. ゲームで得た利益が、実際の謝礼として本当に支払われるとどの程度信じていましたか | 全信じなかった | | | | | | | 完全に信じた | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 9.3 | 10.5 | 14.4 | 17.9 | 14.4 | 11.3 | 22.2 | 0.0 | |
| 14. この実験で、何か不審に思ったことはありましたか | 全く不審に思った | | | | | | | 非常に不審に思った | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 欠損 | |
| | 26.5 | 14.8 | 14.4 | 20.2 | 14.8 | 5.1 | 4.3 | 0.0 | |

実験を通して思ったこと、感じたことを自由にお書きください。

長い間のご協力ありがとうございました。これで実験は終了です。

指示があるまでもうしばらくお待ちください。

付録 E 転職と働き方に関する意識調査 質問紙と単純集計

1. 調査概要

調査実施時期：2004年3月3日17:18～4日17:57.

調査方式：インターネット上での、自計式の質問紙調査。最短73項目、最長100項目。

調査実施機関：マイボイス社。

調査対象：全国の30代・40代男性、雇用フルタイム労働者（正規従業員、派遣、契約社員を含み、パート、アルバイトを除く）。

サンプリング方法：登録モニター約15万人のうち調査対象に該当する48,850人から、無作為抽出。

計画サンプル：2,400。

有効サンプル：810（最初に回答した815人から条件外の5人を除く、回答率34%）。

依頼方法：「働き方と転職についてのアンケート」として、800人で回収を終えることを明示して、3月7日までの回答を依頼。

質問紙の構成：回答者がマイボイス社に登録するときに回答するセクション（フェースシートに該当）と、「転職と働き方に関する意識調査」固有のセクションの二部構成。

謝礼：調査会社を通じて250円分のポイントが回答者に加算。

2. 依頼文書(電子メール)

=====
実施期間：3月7日（日）まで
回答謝礼：ご回答者全員に「250ポイント」を加算いたします
設問数：約20問（所要時間は10分程度です）
予定者数：「800名様」までご回答いただけます
回答方法：次のページから「メンバーの入り口」に入り、
「働き方と転職についてのアンケート」の回答マークをクリックしてください
○MyVoice → <http://www.myvoice.co.jp/voice/>
*メンバー登録と異なる属性や虚偽回答が見られる場合は、
ポイントが無効になりますのでご注意ください
=====

3. フェイスシート

1. 氏名(和文、ローマ字)【必須】
姓名を全角和文で入力記入して下さい。
(例姓→「総研」名→「太郎」)
姓→ 名→

姓名を半角ローマ字で入力記入して下さい。
(例姓→「souken」名→「tarou」)
姓→ 名→

2. 性別【必須】
 男性 女性

3. 生年月日【必須】
西暦(半角数字4桁)でご記入下さい。月日は選択して下さい。
年 月 日(例:1998年1月1日)

4. 独身・既婚【必須】
 独身 既婚

5. 同居家族の人数(※本人も含む)【必須】
 ひとり暮らし 2人 3人 4人 5人 6人 7人以上

6. ご自身のお子様的人数【必須】
 なし 1人 2人 3人 4人 5人以上

7. 同居家族の構成【必須】
 ひとり暮らし 夫婦のみ 夫婦(または片親)と未婚の子供
 2世代同居 3世代同居 その他

8. 住所【必須】
郵便番号 - (※半角数字7桁)
都道府県 選択して下さい
市区町村番地

9. 自宅の電話番号【任意】
景品送付時に使うことがありますが、未記入でも結構です。
 (例: 03-1234-5678)

10. 自宅の種類【必須】
 持ち家(一戸建) 持ち家(集合住宅) 借家(一戸建)
 借家(集合住宅) 寮・社宅 その他

11. 学歴【必須】

- 大学院 大学 短大・高専
 専門学校 高校(旧制中学) 中学(旧制小学) その他

12. 職業分類【必須】

- 会社員・役員 自営業 専門職(医師、美容師、デザイナー等)
 公務員 学生 専業主婦
 パート・アルバイト 無職 その他(該当なし)

13. 業種分類【必須】

- 農林水産・鉱業 建設業 製造業 卸・小売業・飲食店
 金融・保険業 不動産業 運輸・通信業 サービス業
 公務員 その他(該当なし)

14. 職種分類【必須】

- 企業等の経営者・役員 個人事業主・店主 経営・事務企画
 営業・販売 基礎・技術研究 技術開発・設計
 商品企画・開発 購買・仕入 製造・生産・品質管理
 調査・広告・宣伝 情報処理(システム) 物流・配送
 広報・編集 人事・総務・経理 その他(該当なし)

15. 勤務先の都道府県・従業員数【必須】

- (1) 都道府県 ※お勤めしていない方はご自宅の都道府県を選択してください
- (2) 従業員数 1~4人 5~9人 10~29人 30~49人
 50~99人 100~299人 300~499人 500~999人
 1000人以上 その他(該当なし)

16. 世帯の年収【必須】

- 300万円未満 300~500万円未満 500~700万円未満
 700~1000万円未満 1000~1500万円未満 1500万円以上

17. 最も頻繁に利用しているコンビニエンスストア【必須】

- ファミリーマート セブンイレブン ローソン サンクス
 ミニストップ サークルK am/pm デイリーヤマザキ
 その他 利用していない

18. 最も頻繁に利用しているクレジットカード【必須】

- UC 三井住友VISA AMEX JCB DC
 UFJ オリコ セゾン イオン NICOS
 OMC その他 利用していない

19. 口座を持っていて最も頻繁に利用している銀行【必須】

- みずほ銀行 東京三菱銀行 UFJ銀行 三井住友銀行
 りそなグループ(旧大和銀行、旧あさひ銀行) 地方銀行
 信金・信組 その他 利用していない

20. 貴世帯で主に加入している生命保険【必須】

- 日本生命 第一生命 住友生命 明治安田生命
 朝日生命 三井生命 AIGスター生命 ソニー生命
 アメリカンファミリー アリコジャパン その他 加入していない

21. 貴世帯で所有している主な自家用車【必須】

- トヨタ 日産 ホンダ 三菱 マツダ 富士重工
 ダイハツ スズキ いすゞ 欧州車 米国車 その他
 所有していない

22. 主に利用している携帯電話(PHSも含む)【必須】

- NTTドコモ vodafone au ツーカー
 WILLCOM(AIR-EDGE) その他 利用していない

23. ふだんよく読まれる新聞【必須】

- 朝日新聞 読売新聞 毎日新聞 産経新聞
 日経新聞 その他・地方紙等 新聞は読まない

24. 平日にテレビを見る時間【必須】

選択して下さい

25. 平日にラジオを聴く時間【必須】

選択して下さい

26. 平日にインターネットを利用する時間【必須】

選択して下さい

27. インターネットを利用する場所【必須】

- 自宅からのみ利用
 勤務先・学校からのみ利用
 自宅と勤務先・学校の両方から利用

28. あなたのパソコンのインターネット接続環境【必須】

(マイボイスに参加される時の接続環境)

- | | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="radio"/> 一般の電話回線(アナログ回線) | <input type="radio"/> ISDN回線 | <input type="radio"/> xDSL(ADSL) |
| <input type="radio"/> CATV | <input type="radio"/> 光ファイバー | <input type="radio"/> 専用線 |
| <input type="radio"/> 携帯電話 | <input type="radio"/> PHS(通信カード含む) | <input type="radio"/> 無線インターネット接続 |
| <input type="radio"/> その他 | <input type="radio"/> わからない | |

29. メールアドレス(ログイン時のIDとなります)【必須】

半角英数字で入力して下さい。

| | |
|----------------------|--------------------|
| <input type="text"/> | (例: abc@def.co.jp) |
| <input type="text"/> | (確認のため再入力して下さい) |

30. パスワード【必須】

半角英数字(8桁まで)で入力して下さい。

| | |
|----------------------|-----------------|
| <input type="text"/> | |
| <input type="text"/> | (確認のため再入力して下さい) |

やり直し

登録

▲ ページトップに戻る

4. 「転職と働き方に関する意識調査」固有の質問紙

本プロジェクトのウェブページ (<http://civitas.e.yamagata-u.ac.jp/evogame/kaken/default.htm>)
にも HTML 形式で掲載.

働き方と転職についてのアンケート

現在のお仕事や転職について、皆様のお考えをお聞かせください。

Q1. まず、日常生活に関するあなたのお考えをおうかがいします。
下の(1)～(10)の項目について、あなたのお考えにもっとも近いものをそれぞれ1つずつお選びください

| | そう思う | ややそう思う | どちらとも言えない | あまりそう思わない | そう思わない |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1) 自分個人の利益より、自分が所属する集団の利益を重んじるほうだ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2) 物事のあきらめは早いほうだ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3) 粘り強く物事に取り組むほうだ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4) 周囲の人が面倒くさがってやらないことでも、自分は進んで行くほうだ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5) 班やグループで分担する仕事や義務などは、なるべく避けるほうだ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6) 世の中、ほとんどの人は信頼できる | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 7) 世の中、ほとんどの人は他人を信頼している | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8) 自分の出身学校や、勤務する会社の悪口を言われると腹が立つ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9) 自分を裏切った人には、もう協力しない | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10) 『目には目を、歯には歯を』ということわざには、一理あると思う | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Q2. 次に、社会のあり方に関するあなたのお考えをおうかがいします。

Q2-1. 社会の中でどのような人が経済的に豊かになるべきかという問題について、次の4つの意見があるとします。この4つの意見のうち、あなたのお考えにもっとも近いものを1つお選びください

- 1. 実績をあげた人ほど、より豊かになる社会が望ましい
- 2. 努力した人ほど、より豊かになる社会が望ましい
- 3. 必要としている人が、必要なだけ豊かになる社会が望ましい
- 4. 誰もが同じくらい、豊かになる社会が望ましい

Q2-2. では、日本社会の現実には、次のうちどれに近いと思いますか。あなたのお考えにもっとも近いものを1つお選びください

- 1. 実績をあげた人ほど、より豊かになっている
- 2. 努力した人ほど、より豊かになっている
- 3. 必要としている人が、必要なだけ豊かになっている
- 4. 誰もが同じくらい、豊かになっている

Q3. 次に、「働き方」に関するお考えをおうかがいします。

下の(1)～(18)の項目について、あなたのお考えにもっとも近いものをそれぞれ1つずつお選びください

| | そう思う | ややそう思う | どちらとも言えない | あまりそう思わない | そう思わない |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1) 自分の仕事については、人並のやり方では満足せず、つねに改善するように心がけている | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2) 自分の実力は、転職して他の会社や団体に移っても、充分通用すると思う | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3) 自分は、短期的見通しというよりも、長期的展望に基づいて仕事をしている | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4) 自分が所属する組織(会社・団体)に対して、高い忠誠心を持っている | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5) 自分が日常的に接する職場の仲間に対して、強い連帯感を感じる | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6) 転職は、できるだけしないほうが良いと思う | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 7) 人は自分に合う環境を求めて積極的に移動したほうが、成長すると思う | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8) 良い機会を見つけたら、転職したいと思う | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9) 新しい職場や部署に移ると、心機一転、やる気が出てくるほうだ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10) 同じチームの仲間が熱心に働いているときは、自分もむしろ手を抜くほうだ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 11) 不熱心な人が多い職場からは、なるべく移動したいと思う | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 12) 不熱心な人が多い職場でも、自分はそこに踏んばってがんばる | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 13) 職場に不熱心な人がいると、その人を排除しようと思う | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 14) 自分は「給料をもらい過ぎている」と思うことがある | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

| | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 15) 職場での自分の「評判」が気になるほうだ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 16) 職場の後輩の面倒はよく見るほうだ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 17) 実績・能力を重視する「成果主義」に基づく給与配分よりも、年齢・社歴を重視する「年功序列」に基づく給与配分のほうが望ましいと思う | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 18) 家庭生活や余暇よりも、仕事により多くのエネルギーを注いでいる | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Q4. さて、ここであなたの「職場」を思い浮かべてください。この「職場」とは、日常的にあなたが働いている部署、あるいは、日頃顔を合わせることの多い仕事仲間の集団を指すものと思ってください。局・部・課・係・チーム・会社全体など、どんな単位でも結構です

Q4-1. この「職場」には、あなたを含めて、およそ何人が所属していますか

人

Q4-2. この1年で、この「職場」に何人の人が入社し、また何人の人が転職してきましたか。この職場に来て1年以内の人は、職場に来て以降の数字で結構です

入社した人：人

転職していった人：人

Q4-3. あなたの「職場」で、「よく残業をしている人」(残業という形態がない職場の場合は、例えば、「割り当てられた仕事以上の仕事を引き受けている人」)は、全体のおおよそ何割くらいいますか。あてはまるものを1つお選びください

- 全体の1割以下
- 全体の2～4割
- 全体の半分くらい
- 全体の6～8割
- ほとんどの人

Q4-4. あなたの「職場」で、「働きのわりに、給料をもらい過ぎている」ような人は、全体のおおよそ何割くらいいますか。あてはまるものを1つお選びください

- 全体の1割以下
- 全体の2～4割
- 全体の半分くらい
- 全体の6～8割
- ほとんどの人

Q4-5. あなたは、1ヶ月におよそどのくらい残業しますか。あてはまるものを1つお選びください

- 残業という形態はない
- 月の1割以下
- 月の2～4割
- 月の半分くらい
- 月の6～8割
- 月のほとんど

Q4-6. あなたは現在の職場について、どのように感じていますか。下の(1)～(9)の項目について、あなたの印象にもっとも近いものをそれぞれ1つずつお選びください

| | そう思う | ややそう思う | どちらとも言えない | あまりそう思わない | そう思わない |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1) 新しい仕事にチャレンジすることを、奨励するような雰囲気がある | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2) 目標達成に向けて競争することを、奨励するような雰囲気がある | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3) 仕事上の業績や貢献度の高い人は、確実に昇進、あるいは昇格・昇給している | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4) 失敗をしながらでも業績を上げていく人より、失敗をしないで無難に過ごす人のほうが、評価されるところがある | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5) この職場にいと、自分の10年後の姿にある程度期待が持てる | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6) 個性を発揮するよりも、組織風土に染まることを求められる | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 7) 給与や人事は、「成果主義」というよりも「年功序列」で決まる傾向がある | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8) 自分の利益しか考えない社員が多い | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9) 人事や待遇などに関して、会社の「締め付け」が厳しい | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Q5. あなたは現在の職場について、どの程度満足していますか。
 下の(1)～(10)の項目について、あなたのお気持ちにもっとも近いものをそれぞれ
 1つずつお選びください

| | 満足 | やや満足 | どちらでもない | やや不満 | 不満 |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1) 給与・賞与 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2) 労働時間・休日・休暇 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3) 仕事の内容・職種 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4) 上司との関係 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5) 同僚のやる気 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6) 会社の業績・将来性 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 7) 研修・教育訓練の機会 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8) 能力・実績への評価 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9) 通勤時間 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10) 昇進の見込み | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Q6. あなたは転職の経験がありますか。転職を経験された方は、その時期もお答えください

(この場合の転職とは、「正社員」としての転職を指します。転職時期についてのご回答は、最近のものから順にお答えください)

1. 転職の経験はない → Q9へ

2. 転職の経験がある →

最近の転職：西暦 年
 2つ前の転職：西暦 年
 3つ前の転職：西暦 年
 4つ前の転職：西暦 年

■ Q7～Q8は、転職のご経験がある方(Q6で「2. 転職の経験がある」とお答えの方)にお聞きします

Q7. あなたが転職した理由とは何ですか。あてはまるものをすべてお選びください
 (複数回答可)

1. 将来性のある企業・職種・業界で働きたかったから
 2. 安定した企業・職種・業界で働きたかったから

- 3. 収入を増やしたかったから
- 4. やりがいのある仕事をしたかったから
- 5. 自分にあった勤務形態・仕事量で働きたかったから
- 6. 自分の能力が正当に評価されていないと思ったから
- 7. スキルアップしたかったから
- 8. 他の企業・職種・業界も経験してみたかったから
- 9. やる気のない社風・上司・同僚に嫌気がさしたから
- 10. 経営方針などが自分に合わなくなったと思ったから
- 11. 能力的についていけなくなったから
- 12. 仕事の他にやりたいことができたから
- 13. やむを得ない事情(勤め先の経営不振、契約期間の満了、健康上の理由、家族の問題など)があったから
- 14. その他()

Q8. あなたは転職する前に、どのような準備をしましたか。あてはまるものをすべてお選びください(複数回答可)

- 1. 転職経験のある友人や知人から、情報を集めた
- 2. 転職先を紹介する業者のサービスを利用したり、イベントに参加したりした
- 3. 転職を希望する複数の会社を訪問したり、その会社の人に会ったりした
- 4. 転職を希望する会社の待遇や人事制度、退職後の処遇などを綿密に調べた
- 5. 転職を希望する会社の最近の実績や経営状態を綿密に調べた
- 6. 転職を希望する業界の将来性などについて綿密に調べた
- 7. 転職に有利と思われる資格などを取った
- 8. 転職に有利と思われるような海外の学校へ留学した
- 9. その他()

■ 全員の方にお聞きします

Q9. 転職の経験のある方は1つ前の職場の、経験のない方は5年前(1999年、平成11年)の職場についてうかがいます。その職場について、どの程度満足していましたか。

下の(1)～(10)の項目について、あなたのお気持ちにもっとも近いものをそれぞれ1つずつお選びください。

| | | | | |
|----|------|-----------|------|----|
| 満足 | やや満足 | どちらでもなかった | やや不満 | 不満 |
|----|------|-----------|------|----|

| | | | | | |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1) 給与・賞与 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2) 労働時間・休日・休暇 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3) 仕事内容・職種 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4) 上司との関係 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5) 同僚のやる気 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6) 会社の業績・将来性 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 7) 研修・教育訓練の機会 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8) 能力・実績への評価 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9) 通勤時間 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10) 昇進の見込み | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Q10. 転職の経験のある方は1つ前の職場と比べて、経験のない方は5年前(1999年、平成11年)の職場と比べて、今の職場に満足していますか、満足していませんか。あてはまるものを1つお選びください

- 1. とても満足している
- 2. 満足している
- 3. どちらともいえない
- 4. 満足していない
- 5. まったく満足していない

Q11. 転職の経験のある方は1つ前の職場にいたときと比べて、経験のない方は5年前(1999年、平成11年)の職場にいたときと比べて、あなたの年収はどうか変化しましたか。あてはまるものを1つお選びください。年収が増えた方、または減った方は、よろしければ具体的な数字もお書きください

- 1. 年収が増えた(およそ 万円上がった)
- 2. 年収が減った(およそ 万円下がった)
- 3. 年収は変わらない

Q12. あなたの現在の職位にあたるものを1つお選びください

- 1. 役職なし
- 2. 係長・係長相当職
- 3. 課長・課長相当職
- 4. 部長・部長相当職
- 5. 社長・重役・役員・理事
- 6. その他()

Q13. 転職の経験のある方は1つ前の職場にいたときと比べて、経験のない方は5年前(1999年、平成11年)の職場にいたときと比べて、あなたの職位は変化しましたか、変化しませんでしたか。あてはまるものを1つお選びください。変化した方は、以前の職位をお書きください

- 1. 職位が変化した(以前の職位:)
- 2. 職位は変化していない
- 3. 特に職位はない

Q14. 現在のお勤め先(会社・団体)に就職されて、何年になりますか

年

Q15. 現在のあなた自身の年収をお選びください

- 300万円未満
- 300～500万円未満
- 500～700万円未満
- 700～1000万円未満
- 1000～1500万円未満
- 1500万円以上

ご回答いただきまして、ありがとうございました。ご回答後に謝礼の250ポイント(250円相当)を加算させていただきます。
現在のポイント数は、メンバーページの「ポイント確認画面」でご参照下さい。

これからもMyVoiceをよろしくお願いします。

マイボイスコム株式会社

[回答](#)

[やり直し](#)

[Menuへ戻る](#)

(付録 E1-4 作成 小林盾)

5. 単純集計

以下に各項目の単純集計を示す。N=810、数字はパーセントである。

Q 1. まず、日常生活に関するあなたのお考えをおうかがいします。下の(1)~(10)の項目について、あなたのお考えにもっとも近いものをそれぞれ1つずつお選びください

| | そう思う | ややそう思う | どちらとも言えない | あまりそう思わない | そう思わない |
|--|------|--------|-----------|-----------|--------|
| 1) 自分個人の利益より、自分が所属する集団の利益を重んじるほうだ | 6.2 | 28.4 | 32.3 | 25.2 | 7.9 |
| 2) 物事のあきらめは早いほうだ | 4.6 | 20.5 | 28.1 | 38.4 | 8.4 |
| 3) 粘り強く物事に取り組むほうだ | 14.9 | 47.5 | 25.9 | 10.2 | 1.4 |
| 4) 周囲の人が面倒くさがってやりたがらないことでも、自分は進んで行うほうだ | 6.9 | 33.8 | 40.4 | 17.0 | 1.9 |
| 5) 班やグループで分担する仕事や義務などはなるべく避けるほうだ | 2.3 | 13.5 | 34.2 | 39.5 | 10.5 |
| 6) 世の中、ほとんどの人は信頼できる | 1.2 | 15.6 | 36.7 | 32.7 | 13.8 |
| 7) 世の中、ほとんどの人は他人を信頼している | 0.5 | 14.0 | 35.9 | 38.0 | 11.6 |
| 8) 自分の出身学校や、勤務する会社の悪口を言われると腹が立つ | 13.0 | 43.3 | 20.6 | 17.4 | 5.7 |
| 9) 自分を裏切った人には、もう協力しない | 25.8 | 43.5 | 22.8 | 6.5 | 1.4 |
| 10) 『目には目を、歯に歯を』ということわざには一理あると思う | 24.2 | 52.2 | 16.2 | 6.4 | 1.0 |

Q 2. 次に、社会のあり方に関するあなたのお考えをおうかがいします。

Q 2-1. 社会の中でどのような人が経済的に豊かになるべきかという問題について、次の4つの意見があるとします。この4つの意見のうち、あなたのお考えにもっとも近いものを1つお選びください。

- | | |
|-----------------------------|------|
| 1. 実績をあげた人ほど、より豊かになる社会が望ましい | 29.3 |
| 2. 努力した人ほど、より豊かになる社会が望ましい | 43.5 |

3. 必要としている人が、必要なだけ豊かになる社会が望ましい 15.2
 4. 誰もが同じくらい、豊かになる社会が望ましい 12.0

Q 2-2. では、日本社会の現実は何のどれに近いと思いますか。あなたのお考えにもっとも近いものを1つお選びください。

1. 実績をあげた人ほど、より豊かになっている 58.6
 2. 努力した人ほど、より豊かになっている 7.8
 3. 必要としている人が、必要なだけ豊かになっている 17.0
 4. 誰もが同じくらい、豊かになっている 16.5

Q 3. 次に「働き方」に関するお考えをおうかがいします。

したの(1)～(18)の項目について、あなたのお考えにもっとも近いものをそれぞれ一つずつお選びください。

| | そう 思う | やや そう 思う | ど ち ら と も 言 え な い | あ ま り そ う 思 わ な い | そ う 思 わ な い |
|---|----------|----------------|---|---|----------------------------|
| 1) 自分の仕事については、人並のやり方には満足せず、つねに改善するように心がけている | 17.5 | 53.7 | 22.5 | 6.0 | 0.2 |
| 2) 自分の実力は、転職して他の会社や団体に移っても、充分通用すると思う | 12.7 | 35.2 | 35.6 | 13.3 | 3.2 |
| 3) 自分は、短期的見通しというよりも、長期的展望に基づいて仕事をしている | 10.2 | 33.8 | 36.5 | 17.4 | 2.0 |
| 4) 自分が所属する組織(会社・団体)に対して、高い忠誠心を持っている | 6.4 | 24.7 | 32.0 | 26.5 | 10.5 |
| 5) 自分が日常的に接する職場の仲間に対して、強い連帯感を感じる | 5.7 | 34.7 | 34.9 | 18.5 | 6.2 |
| 6) 転職は、できるだけしないほうが良いと思う | 7.3 | 30.9 | 29.5 | 20.2 | 12.1 |
| 7) 人は自分に合う環境を求めて積極的に移動したほうが、成長すると思う | 11.7 | 42.7 | 33.6 | 10.7 | 1.2 |
| 8) 良い機会を見つけたら、転職したいと思う | 22.8 | 38.6 | 24.3 | 10.5 | 3.7 |
| 9) 新しい職場や部署に移ると、心機一転、やる気が出てくるほうだ | 13.1 | 41.4 | 35.2 | 9.0 | 1.4 |
| 10) 同じチームの仲間が熱心に働いているときは、自分はむしろ手を抜くほうだ | 0.7 | 7.5 | 26.5 | 47.9 | 17.3 |

| | そう思う | ややそう思う | どちらとも言えない | あまりそう思わない | そう思わない |
|---|------|--------|-----------|-----------|--------|
| 11) 不熱心な人が多い職場からは、なるべく移動したいと思う | 27.0 | 42.0 | 22.1 | 7.5 | 1.4 |
| 12) 不熱心な人が多い職場でも、自分はそこに踏んばってがんばる | 4.1 | 22.3 | 38.8 | 25.8 | 9.0 |
| 13) 職場に不熱心な人がいると、その人を排除しようと思う | 12.6 | 34.2 | 36.2 | 14.0 | 3.1 |
| 14) 自分は「給料をもらい過ぎている」と思うことがある | 1.2 | 9.0 | 21.9 | 31.9 | 36.0 |
| 15) 職場での自分の「評判」が気になるほうだ | 7.5 | 34.0 | 33.0 | 17.9 | 7.7 |
| 16) 職場の後輩の面倒はよく見るほうだ | 10.4 | 41.4 | 33.0 | 13.0 | 2.3 |
| 17) 実績・能力を重視する「成果主義」に基づく給与配分よりも、年齢・社歴を重視する「年功序列」に基づく給与配分のほうが望ましいと思う | 2.5 | 12.3 | 34.7 | 29.9 | 20.6 |
| 18) 家庭生活や余暇よりも、仕事により多くのエネルギーを注いでいる | 8.5 | 25.9 | 32.0 | 23.3 | 10.2 |

Q 4. さて、ここであなたの「職場」を思い浮かべてください。この「職場」とは、日常的にあなたが働いている部署、あるいは、日頃顔を合わせることの多い仕事仲間の集団を指すものと思ってください。局・部・課・係・チーム・会社全体など、どんな単位でも結構です。

Q 4-1. この「職場」には、あなたを含めておよそ何人が所属していますか

Q 4-2. この1年で、この「職場」に何人の人が入社し、また何人の人が転職していききましたか。この職場に来て1年以内の人は、職場に来て以降の数字で結構です

入社した人

転職していった人

Q 4-3. あなたの「職場」で、「よく残業をしている人」（残業という形態がない職場の場合は、例えば、「割り当てられた仕事以上の仕事を引き受けている人」）は、全体のおお

よそ何割くらいいますか。あてはまるものを1つお選びください

| | |
|-------------|------|
| 1. 全体の1割以下 | 21.2 |
| 2. 全体の2～4割 | 32.1 |
| 3. 全体の半分くらい | 13.7 |
| 4. 全体の6～8割 | 12.4 |
| 5. ほとんどの人 | 20.7 |

Q4-4. あなたの「職場」で、「働きのわりに、給料をもらい過ぎている」ような人は、全体のおおよそ何割くらいいますか。あてはまるものを1つお選びください

| | |
|-------------|------|
| 1. 全体の1割以下 | 51.1 |
| 2. 全体の2～4割 | 32.4 |
| 3. 全体の半分くらい | 11.3 |
| 4. 全体の6～8割 | 4.0 |
| 5. ほとんどの人 | 1.2 |

Q4-5. あなたは、1ヶ月におよそどのくらい残業しますか。あてはまるものを1つお選びください。

| | |
|---------------|------|
| 1. 残業という形態はない | 19.3 |
| 2. 月の1割以下 | 13.1 |
| 3. 月の2～4割 | 16.7 |
| 4. 月の半分くらい | 8.9 |
| 5. 月の6～8割 | 13.3 |
| 6. 月のほとんど | 28.5 |

Q4-6. あなたは現在の職場について、どのように感じていますか。下の(1)～(9)の項目について、あなたの印象にもっとも近いものをそれぞれ一つずつお選びください。

| | そう思う | ややそう思う | どちらとも言えない | あまりそう思わない | そう思わない |
|---|------|--------|-----------|-----------|--------|
| 1) 新しい仕事にチャレンジすることを、奨励するような雰囲気がある | 8.0 | 29.0 | 24.4 | 25.8 | 12.6 |
| 2) 目標達成に向けて競争することを、奨励するような雰囲気がある | 7.0 | 25.2 | 26.2 | 29.6 | 11.9 |
| 3) 仕事上の業績や貢献度の高い人は、確実に昇進、あるいは昇格・昇給している | 6.3 | 21.9 | 27.1 | 27.3 | 17.4 |
| 4) 失敗をしながらでも業績を上げていく人より、失敗をしないで無難に過ごす人の方が、評価されるところがある | 9.3 | 28.7 | 37.7 | 19.3 | 5.0 |
| 5) この職場にしていると、自分の10年後の姿にある程度期待が持てる | 2.0 | 10.0 | 30.7 | 30.9 | 26.2 |
| 6) 個性を発揮するよりも、組織風土に染まることを求められる | 11.5 | 25.2 | 35.2 | 20.3 | 7.8 |
| 7) 給与や人事は、「成果主義」というよりも「年功序列」で決まる傾向がある | 9.4 | 27.1 | 28.6 | 25.0 | 9.9 |
| 8) 自分の利益しか考えない社員が多い | 10.3 | 28.7 | 33.9 | 21.8 | 5.3 |
| 9) 人事や待遇などに関して、会社の「締め付け」が厳しい | 12.3 | 27.4 | 33.3 | 20.4 | 6.7 |

Q 5. あなたは現在の職場について、どの程度満足していますか。下の(1)～(10)の項目について、あなたのお気持ちにもっとも近いものをそれぞれ1つずつお選びください。

| | 満足 | やや満足 | どちらでもない | やや不満 | 不満 |
|---------------|------|------|---------|------|------|
| 1) 給与・賞与 | 4.2 | 21.1 | 18.6 | 30.6 | 25.4 |
| 2) 労働時間・休日・休暇 | 9.0 | 28.6 | 20.6 | 21.6 | 20.1 |
| 3) 仕事の内容・職種 | 13.6 | 32.7 | 28.9 | 15.6 | 9.3 |
| 4) 上司との関係 | 8.8 | 29.3 | 30.5 | 19.3 | 12.2 |
| 5) 同僚のやる気 | 5.1 | 27.7 | 39.6 | 19.1 | 8.5 |
| 6) 会社の業績・将来性 | 4.2 | 18.8 | 33.0 | 27.0 | 17.0 |
| 7) 研修・教育訓練の機会 | 3.3 | 15.1 | 34.0 | 25.2 | 22.5 |
| 8) 能力・実績への評価 | 2.3 | 15.8 | 33.2 | 28.6 | 20.0 |
| 9) 通勤時間 | 28.1 | 25.1 | 23.5 | 15.8 | 7.5 |
| 10) 昇進の見込み | 2.7 | 16.5 | 42.2 | 19.0 | 19.5 |

Q 6. あなたは転職の経験がありますか。転職を経験された方は、その時期もお答えください(この場合の転職とは「正社員」としての転職を指します。転職時期についてのご回答は、最近のものから順にお答えください)

- | | |
|-------------|------|
| 1. 転職の経験はない | 58.9 |
| 2. 転職の経験がある | 41.1 |

Q 7～Q 8は、転職のご経験がある方(Q 6で「2. 転職の経験がある」とお答えの方)にお聞きします

Q 7. あなたが転職した理由とは何ですか。あてはまるものをすべてお選びください（複数選択可）

| | |
|---|------|
| 1. 将来性のある企業・職種・業界で働きたかったから | 22.5 |
| 2. 安定した企業・職種・業界で働きたかったから | 20.4 |
| 3. 収入を増やしたかったから | 37.1 |
| 4. やりがいのある仕事がしたかったから | 42.5 |
| 5. 自分にあった勤務形態・仕事量で働きたかったから | 24.3 |
| 6. 自分の能力が正当に評価されていないと思ったから | 22.2 |
| 7. スキルアップしたかったから | 24.9 |
| 8. 他の企業・職場・業界も経験してみたかったから | 17.7 |
| 9. やる気のない社風・上司・同僚に嫌気がさしたから | 18.0 |
| 10. 経営方針などが自分に合わなくなったと思ったから | 27.5 |
| 11. 能力的についていけなくなったから | 3.6 |
| 12. 仕事の他にやりたいことができたから | 6.9 |
| 13. やむを得ない事情（勤め先の経営不振、契約期間の満了、健康上の理由、家族の問題など）があったから | 32.0 |
| 14. その他 | 6.3 |

Q 8. あなたは転職する前に、どのような準備をしましたか。あてはまるものすべてお選びください（複数回答可）

| | |
|---------------------------------------|------|
| 1. 転職経験のある友人や知人から、情報を集めた | 31.1 |
| 2. 転職先を紹介する業者のサービスを利用したり、イベントに参加したりした | 25.1 |
| 3. 転職を希望する複数の会社を訪問したり、その会社の人に会ったりした | 29.9 |
| 4. 転職を希望する会社の待遇や人事制度、退職後の処遇などを綿密に調べた | 13.8 |
| 5. 転職を希望する会社の最近の実績や経営状態を綿密に調べた | 11.7 |
| 6. 転職を希望する業界の将来性などについて綿密に調べた | 10.8 |
| 7. 転職に有利と思われる資格などを取った | 13.5 |
| 8. 転職に有利と思われるような海外の学校へ留学した | .6 |
| 9. その他 | 5.1 |

Q 9. 転職の経験のある方は1つ前の職場の、経験のない方は5年前（1999年、平成11年）の職場についてうかがいます。その職場について、どの程度満足していましたか。下の(1)～(10)の項目について、あなたのお気持ちにもっとも近いものをそれぞれ1つずつお選びください。

| | 満足 | やや満足 | どちらでもない | やや不満 | 不満 |
|---------------|------|------|---------|------|------|
| 1) 給与・賞与 | 7.2 | 26.7 | 20.7 | 27.3 | 18.1 |
| 2) 労働時間・休日・休暇 | 8.0 | 26.9 | 23.3 | 23.1 | 18.6 |
| 3) 仕事の内容・職種 | 11.5 | 38.1 | 27.2 | 15.3 | 7.9 |
| 4) 上司との関係 | 7.4 | 29.4 | 31.1 | 20.0 | 12.1 |
| 5) 同僚のやる気 | 5.7 | 27.0 | 44.2 | 15.9 | 7.2 |
| 6) 会社の業績・将来性 | 4.1 | 21.2 | 36.8 | 24.0 | 14.0 |
| 7) 研修・教育訓練の機会 | 4.1 | 19.5 | 35.2 | 25.1 | 16.2 |
| 8) 能力・実績への評価 | 3.3 | 21.6 | 32.0 | 26.5 | 16.5 |
| 9) 通勤時間 | 20.2 | 27.7 | 28.8 | 14.3 | 9.0 |
| 10) 昇進の見込み | 3.7 | 19.6 | 42.6 | 19.5 | 14.6 |

Q 10. 転職の経験のある方は1つ前の職場の、経験のない方は5年前（1999年、平成11年）の職場と比べて、今の職場に満足していますか、満足していませんか。あてはまるものを1つお選びください

| | |
|----------------|------|
| 1. とても満足している | 5.4 |
| 2. 満足している | 31.2 |
| 3. どちらともいえない | 32.2 |
| 4. 満足していない | 19.5 |
| 5. まったく満足していない | 11.6 |

Q 11. 転職の経験のある方は1つ前の職場の、経験のない方は5年前（1999年、平成11年）の職場と比べて、あなたの年収はどう変化しましたか。あてはまるものを1つお選びください。年収が増えた

Evolutionary Game Theoretic Approach to the Problem of Order

Report on the Grant-in-Aid for Scientific Research

No. 14310095

Edited by
Hirokuni Oura

March 2005